

MANEJO DE
ARVENSES EN
EL TROPICO

N

581 652

Alemán Zeledón, Freddy

Manejo de Arvenses en el Trópico / Freddy Alemán
Zeledón --- 2a ed. --- Managua, Nicaragua:
IMPRIMATUR.

Universidad Nacional Agraria, 2004.

180 p.

ISBN 99924-54-35-0

1. Manejo integrado de malezas
2. Manejo de Plagas - Nicaragua
3. Agricultura - Nicaragua
4. Malas Hierbas

Hecho el depósito legal: Mag.0389 - 2004

© Freddy Alemán Zeledón

La edición y reproducción de este libro han sido posibles gracias al apoyo financiero del pueblo y gobierno de Suecia, a través de la agencia Sueca para el desarrollo internacional (Asdi) y la agencia Sueca para la colaboración en investigación (SAREC).

MANEJO DE ARVENSES EN EL TROPICO

FREDDY ALEMÁN

Dirección de Investigación
Extensión y Postgrado

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
Managua, Nicaragua

DEDICATORIA

A los estudiantes de la Universidad Nacional Agraria, en especial a aquellos nacidos y crecidos en el campo, quienes han tenido la oportunidad de observar las bondades de la madre tierra.

A sus abnegados padres, quienes día a día luchan para crearles un futuro mejor.

A Eleonora, otra estudiosa de las bondades de la vegetación en los Agro-Ecosistemas.

Freddy Alemán

PRESENTACIÓN

El presente texto ha sido diseñado para ser utilizado como libro de texto para la enseñanza de Ciencia de las Arvenses. El mismo ha sido elaborado en base a revisión de literatura y a resultados de investigación agronómica desarrollada en la década de los noventas en el Programa Ciencia de las Plantas, acuerdo de cooperación entre la Universidad Nacional Agraria y la Universidad Sueca de Ciencias Agrícolas. Este programa fue financiado por el Pueblo y Gobierno de Suecia, a través de la Agencia Sueca para el Desarrollo Internacional (Asdi) y la Agencia Sueca para la Colaboración en Investigación (SAREC).

La primera edición de este libro fue publicada en el año 1997, bajo el nombre de Manejo de Malezas en el Trópico. En la presente edición se ha adicionado información generada en nuestras condiciones, e información relevante sobre el avance en la Ciencia de las Malezas. Se incluyen además recomendaciones prácticas de manejo de las arvenses, haciendo énfasis en el manejo cultural, y se destaca el papel ecológico de las mismas en los agro ecosistemas agrícolas.

En la presente edición, se incluye además, una guía fotográfica de las principales arvenses que crecen en asociación con los principales cultivos de Nicaragua. Se da una pequeña descripción de las mismas, y algunas particularidades que les confieren ventajas adaptativas sobre la planta de interés, pero también peculiaridades que las hacen beneficiosas en el agro ecosistema.

Mi Agradecimiento a la Universidad Nacional Agraria por haberme permitido hacer docencia e investigación. Mi agradecimiento es extensivo a los estudiantes de las orientaciones de Producción y Protección de Plantas que trabajaron en el proyecto de Manejo Cultural de la Vegetación Adventicia en Cultivos Básicos en Nicaragua. Por ultimo, pero no menos importante, agradezco al personal de la Dirección de Investigación, Extensión y Postgrado (DIEP), quienes a lo largo de los últimos tres años han sido un soporte loable para cumplir metas y objetivos en pro del desarrollo de la Universidad.

El Autor

CONTENIDO

CAPITULO I

INTRODUCCION A LA CIENCIA DE LAS ARVENSES

| | |
|--|----|
| Filosofía del Manejo de Arvenses | 19 |
| El control Integrado de la Producción Agrícola | 19 |
| El concepto de Sistemas de Producción | 20 |
| El Sub-Sistema Arvense | 22 |
| Arvenses de Importancia Mundial | 23 |
| Arvenses de Importancia Nacional | 25 |

CAPITULO II

CONCEPTO, ORIGEN, CARACTERÍSTICAS Y CLASIFICACIÓN DE LAS ARVENSES

| | |
|---|----|
| Concepto de Arvenses | 27 |
| Origen de las Arvenses | 28 |
| Efectos del Manejo sobre la Vegetación | 29 |
| Condiciones donde Predominan las Arvenses Anuales | 30 |
| Asociaciones de arvenses | 31 |
| Cenosis y Agrocenosis | 32 |
| Características de las Arvenses | 32 |
| Clasificación de las Arvenses | 34 |

CAPITULO III

BIOLOGÍA DE LAS ARVENSES

| | |
|--|----|
| Reproducción de las Arvenses | 37 |
| Diseminación de las Semillas de Arvenses | 39 |
| Características de las Semillas de Arvenses que le Confieren Ventajas sobre el Cultivo | 40 |
| Ciclo de Arvenses Anuales en los Campos Cultivados | 41 |

CAPITULO IV

ECOLOGÍA DE LAS ARVENSES

| | |
|---|----|
| El papel Ecológico de las Arvenses en los Agro-Ecosistemas | 43 |
| Manejo Integrado de Arvenses | 44 |
| Definición de Manejo Integrado de Arvenses | 44 |
| Componentes de un Manejo Integrado de Arvenses para una Situación | |

| | |
|--|----|
| Específica | 46 |
| Factores a Considerar Para un Manejo Integrado de Arvenses | 46 |
| Relación entre Plagas y Arvenses | 50 |

CAPITULO V

COMPETENCIA MALEZA-CULTIVO

| | |
|--|----|
| Pérdidas Ocasionadas por las Malezas | 53 |
| Interferencia | 53 |
| Alelopatía | 54 |
| Competencia | 54 |
| Factores Importantes en el Resultado de la Competencia entre Plantas | 55 |
| Efectos de la reducción de recursos por planta individual | 56 |
| Efecto de Arreglos de Plantas en el Resultado de la Competencia | 57 |
| Efecto del Tiempo Relativo de Emergencia de las Plantas Cultivadas | 62 |
| Efecto de la Profundidad de Siembra del Cultivo | 63 |
| Efecto del Tiempo Relativo de Emergencia de las Plantas que se Desarrollan en Asociación | 64 |
| Efecto del Material de Siembra y Practicas Agronómicas sobre la Competencia entre Cultivo y Arvenses | 64 |
| Efecto del Tipo de Cultivo y Rotación de Cultivos | 65 |
| Variedades y Mejoramiento de las Plantas | 65 |
| Efecto de las Especies de Arvenses sobre la Competencia | 66 |
| Períodos Críticos de Control de Arvenses | 66 |
| El uso de Umbrales en el Manejo de Arvenses | 68 |

CAPITULO VI

MÉTODOS DE MANEJO DE LAS ARVENSES

| | |
|---|----|
| Los conceptos de Prevención, Erradicación, Control y Manejo | 69 |
| Manejo Cultural de Arvenses | 73 |
| Arreglo Espacial de las Plantas | 73 |
| Densidad de Siembra de los Cultivos | 73 |
| Preparación Temprana del Suelo | 74 |
| Uso de Variedades Adaptadas al Suelo, Clima y Plagas | 74 |
| La rotación de Cultivos y su Efecto sobre la Dinámica de las Arvenses | 75 |
| Cero Labranza | 77 |
| Los Cultivos Asociados y su Efecto en la Reducción de las Arvenses | 77 |
| Coberturas del Suelo para el Control de las Arvenses | 81 |
| Utilización de Plásticos | 87 |
| Solarización | 87 |
| Estimulación de la Germinación | 88 |
| Fechas de Siembra | 88 |
| Quema | 89 |
| Manejo Biológico de Arvenses | 89 |
| El Manejo Mecanizado de Arvenses | 90 |
| Limitaciones del Manejo Mecánico | 90 |
| Tiempo de La labor Manual en Relación con el Rendimiento del Cultivo | 91 |
| Métodos de Laboreo Manual Utilizables | 92 |
| Manejo Químico de Arvenses | 93 |
| Manejo Integrado de Arvenses | 93 |

CAPITULO VII

LOS HERBICIDAS

| | |
|------------|----|
| Definición | 95 |
|------------|----|

| | |
|---|-----|
| Clasificación de los Herbicidas | 95 |
| Toxicidad a los Humanos | 99 |
| Nomenclatura de los Herbicidas | 99 |
| Necesidad de Experimentos Locales | 100 |
| Fisiología de los Herbicidas | 100 |
| Comportamiento de los Herbicidas en el Suelo | 105 |
| Selectividad de los Herbicidas | 109 |
| Factores que Influyen en la Efectividad de los Herbicidas | 114 |

CAPITULO X

MANEJO DE ARVENSES EN ARROZ DE RIEGO

| | |
|---|-----|
| Arvenses prevaecientes en el cultivo del arroz en Nicaragua | 121 |
| Arvenses de Importancia regional | 123 |
| Arvenses de los diques | 123 |
| Periodos criticos de control de arvenses en arroz de riego | 123 |
| Control cultural | 124 |
| Control mecánico | 126 |
| Control químico | 126 |
| Manejo integrado de arvenses en el cultivo del arroz | 127 |

CAPITULO XI

MANEJO DE ARVENSES EN PLANTACIONES DE TABACO

| | |
|---|-----|
| Control de arvenses en el semillero | 129 |
| Otros herbicidas que pueden ser utilizados en esta etapa son: | 129 |
| Manejo de arvenses en plantaciones establecidas | 130 |
| Manejo integrado de arvenses | 132 |

CAPITULO XII

MANEJO DE ARVENSES EN FRIJOL COMÚN

| | |
|---|-----|
| Relación entre Plagas y Arvenses en el Cultivo de Frijol Común | 133 |
| Arvenses Predominantes en el Cultivo de Frijol Común en Nicaragua | 133 |
| Periodo Critico de Competencia de Arvenses en Frijol Común | 134 |
| Manejo Cultural de Arvenses en Frijol Común | 134 |
| Control Mecánico de Arvenses en Frijol Común | 138 |
| Control Químico de Arvenses en Frijol Común | 139 |
| Manejo Integrado de Arvenses en Frijol Común | 140 |

CAPITULO XIII

MANEJO DE ARVENSES EN EL CULTIVO DEL CAFÉ

| | |
|---|-----|
| Arvenses Prevalentes en Plantaciones de Café | 141 |
| Manejo de Arvenses en el Semillero | 142 |
| Periodo Critico de Control de Arvenses en Viveros | 142 |
| Practicas Culturales | 143 |
| Manejo de Arvenses en Plantaciones Establecidas | 143 |
| Manejo mecanizado en plantaciones establecidas | 144 |
| Manejo cultural de arvenses | 145 |
| Control químico | 145 |
| Manejo integrado de arvenses | 146 |

CAPITULO XIV

MANEJO DE ARVENSES EN CAÑA DE AZÚCAR

| | |
|---|-----|
| Arvenses Predominantes en Caña de Azúcar en Nicaragua | 147 |
|---|-----|

| | |
|--|-----|
| Periodos Críticos de Control de Arvenses en Caña de Azúcar | 148 |
| Manejo Cultural de Arvenses en Caña de Azúcar | 148 |
| Manejo Mecánico de Arvenses en Caña de Azúcar | 149 |
| Manejo Químico de Arvenses en Caña de Azúcar | 149 |
| Manejo Integrado de Arvenses en Caña de Azúcar | 150 |

CAPITULO XV

MANEJO DE ARVENSES EN EL CULTIVO DE SORGO GRANIFERO

| | |
|--|-----|
| Arvenses Reportadas Sorgo Granifero en Nicaragua | 152 |
| Que Hacer con las Arvenses que Aparecen Durante el Ciclo del Cultivo | 153 |
| Periodo Crítico de Control de Arvenses | 153 |
| Prácticas Culturales | 154 |
| Técnicas de Siembra | 155 |
| Manejo Mecánico de Arvenses en Sorgo | 155 |
| Manejo Químico de Arvenses en Sorgo | 156 |
| Factores a Considerar para el Uso de Herbicidas | 156 |
| Productos Herbicidas Recomendados en Base al Tipo de Arvense | 156 |

CAPITULO XVI

MANEJO DE ARVENSES EN EL CULTIVO DE MAÍZ

| | |
|--|-----|
| Arvenses Predominantes en la Producción de Maíz en Nicaragua | 159 |
| Periodos Críticos de Control de Arvenses | 160 |
| Manejo Cultural de Arvenses en el Cultivo del Maíz | 161 |
| Manejo Mecánico de Arvenses en el Cultivo de Maíz | 163 |
| Manejo Químico de Arvenses en el Cultivo de Maíz | 163 |
| Manejo Integrado de Arvenses en el Cultivo de Maíz | 164 |
| Bibliografía | 167 |

ANEXOS

| | |
|--|-----|
| Principales Arvenses Reportadas en Nicaragua | 171 |
|--|-----|

CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

CAPITULO I

Cuadros

- | | |
|--|----|
| 1. Listado de las 15 especies de arvenses más importantes en el ámbito mundial (Holm et al., 1977) | 24 |
| 2. Arvenses de difícil manejo en el momento actual en Nicaragua | 26 |

Figuras

- | | |
|---|----|
| 1. Ejemplo de arreglos espaciales de poblaciones de arvenses (adaptado de Hart, 1985). | 23 |
| 2. Ejemplos de arreglos cronológicos de poblaciones de arvenses (adaptado de Hart, 1985). | 24 |
| 3. El zacate gallina (<i>Cynodon dactylon</i> L.), el invasor (<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.), y el pata de gallina (<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn) son tres de las arvenses mas difundidas en Nicaragua. | 25 |

CAPITULO II

Cuadros

- | | |
|--|----|
| 3. Efecto del cobertura vegetal sobre el establecimiento de plantas anuales (Tomado de Håkansson (1983). | 30 |
| 4. Cambios en la vegetación (sucesión vegetal) en tierras alteradas y posteriormente abandonadas. Proceso iniciado en un suelo desnudo, después de la labranza (Tomado de Håkansson (1983) | 31 |
| 5. Cambios de categorías de plantas de la flora de arvenses después de un período de tres años, de no explotar el suelo. Tomado de Håkansson (1986). | 31 |

CAPITULO III

Cuadros

- | | |
|---|----|
| 6. Producción de semillas de algunas especies de arvenses (CIAT, 1976). | 38 |
|---|----|

Figuras

- | | |
|--|----|
| 4. El coyolillo (<i>Cyperus rotundus</i> L) es un clásico ejemplo de una arvense altamente nociva, ya que reúne las características mas importantes que confieren ventajas adaptativas en los agro ecosistemas agrícolas. | 39 |
| 5. Ciclo de las arvenses anuales en los campos cultivados. | 41 |

CAPITULO IV

Figuras

- | | |
|--|----|
| 6. Métodos de control de maleza y posibles niveles de integración e interacciones dentro y entre métodos. (Adaptado de Shenk et al. (1987)). | 45 |
| 7. La presencia de arvenses en un campo cultivado intensifica la presencia de insectos benéficos que actúan como reguladores de plagas. | 51 |
-

CAPITULO V

Cuadros

- | | |
|--|----|
| 7. Rendimiento de frijol (kg ha ⁻¹) en función de la densidad de población y las distancias entre las hileras (Adaptado de Vanegas, 1986). | 60 |
| 8. Efecto de la ocurrencia de las arvenses, como resultado de la distribución uniforme y desuniforme de la semilla del cultivo en el surco (Adaptado de Hakansson, 1983) | 60 |
| 9. Tiempo relativo de emergencia y cantidad de arvenses anuales que se establecen en un cultivo a diferentes densidades del cultivo. A: 250 semillas m ⁻² y B: 500 semillas m ⁻² (Adaptado de Hakansson, 1983) | 63 |
| 10. Efecto de la profundidad de siembra de un cultivo sobre el tiempo de emergencia, peso seco de arvenses y reducción del rendimiento por efecto de las arvenses (Adaptado de Hakansson, 1983) | 64 |
| 11. Porcentaje de arvenses encontradas en diferentes cultivos (Adaptado de Hakansson, 1983) | 65 |
| 12 Competencia entre frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) y cuatro especies de arvenses (Herrera y Alemán 1991) | 67 |

Figuras

- | | |
|---|----|
| 8. Rendimiento del cultivo bajo densidades crecientes de plantas. Condiciones de competencia inter específica (Adaptado de Hakansson, 1983). | 58 |
| 9. Producción de biomasa de arvenses bajo diferentes densidades de la planta cultivada (condiciones de competencia inter específica) (Adaptado de Hakansson, 1983). | 59 |
| 10. A. Rendimiento por unidad de área de cultivo a espaciamientos crecientes entre surco. B. Biomasa de arvenses bajo espaciamientos crecientes entre surco (densidad del cultivo constante). | 60 |
| 11. A. Relación entre rendimiento y cantidad de semilla a espaciamientos crecientes entre surco sobre el rendimiento del cultivo. B. Relación entre rendimiento y espaciamientos entre surco a densidades crecientes de plantas sobre el rendimiento del | 61 |
| 12. A. Relación entre rendimiento y cantidad de semilla a espaciamientos crecientes entre surco sobre el peso de las arvenses. B. Relación entre rendimiento y espaciamientos entre surco a densidades crecientes de plantas sobre el peso de las arvense | 62 |
| 13. Efecto de la profundidad de siembra de los cultivos sobre la emergencia de la planta cultivada (Adaptado de Hakansson, 1983). | 63 |
| 14. Efecto del espaciamiento entre surcos de los cultivos sobre el peso seco de las arvenses con dos diferentes variedades de frijol común. | 66 |
-

CAPITULO VI

Cuadros

- | | |
|---|----|
| 13. Rendimiento de grano y uso equivalente de la tierra de arreglos de frijol y maíz en asocio y monocultivos | 81 |
| 14. Plantas que pueden ser utilizadas como cobertura viva en Nicaragua | 84 |
| 15. Árboles usados en Nicaragua para la producción de mulch | 87 |

| | |
|---|----|
| 16. Efecto de diferentes momentos de establecimiento de arvenses y cultivo, sobre la cantidad de arvenses emergidas | 88 |
| 17. Efecto de periodos de eliminación de las arvenses y periodos de enmalezamiento sobre el rendimiento (%) de semilla de frijol (Alemán, 1989) | 92 |

Figuras

| | |
|--|----|
| 15. Efecto de densidades de siembra de frijol común sobre el peso seco de las arvenses al momento de la floración del cultivo (Hernández, 1995). | 74 |
| 16. Efectos de rotaciones de cultivo sobre la abundancia de arvenses en el cultivo predecesor (Fuente: Zambrana, 1995). | 76 |
| 17. Número de especies dicotiledóneas y monocotiledóneas encontradas en diferentes sistemas de labranza. Datos obtenidos de Jarquín y Alemán, (1991). | 77 |
| 18. Abundancia de arvenses en siembras asociadas de maíz y frijol y cultivos puros a los 73 días después del establecimiento del asocio. | 80 |
| 19. Los socios de cultivos permiten una cobertura total y más temprana del área de siembra, limitando el establecimiento de las arvenses. | 81 |
| 20. Las especies de la familia commelinaceae, <i>Commelina diffusa</i> (suelta con suelta) y <i>Tradescantia sebrina</i> (cucaracha) son especies nobles comunes en cafetales nicaragüenses. | 82 |
| 21. El uso de leguminosas como cobertura del suelo, en sistemas de cultivos anuales y perennes restringe el establecimiento de arvenses. | 84 |
| 22. Efecto de coberturas al suelo sobre la abundancia de arvenses en el cultivo de frijol común a los 45 días después de la siembra (Salmerón, 1996). | 86 |
| 23. El uso de plástico negro o blanco en la entrecalle evita el surgimiento de las arvenses. | 88 |
| 24. El control manual de malezas es el más difundido en Nicaragua. La humanización de la actividad agrícola exige la promoción de otras formas de manejo de las arvenses. | 91 |

CAPITULO VII

Figuras

| | |
|--|-----|
| 25. En tratamientos preemergentes el herbicida se dispone en una capa de suelo donde va controlando malezas cuando estas germinan. | 98 |
| 26. Diagrama hipotético de que representa aspectos de la absorción foliar. Rutas hipotéticas de entrada de los herbicidas, a) herbicidas polares, b) herbicidas no polares. | 101 |
| 27. Diagrama hipotético que representa la absorción de los herbicidas a través de las raíces. • Moléculas capaces de penetrar a través de la pared celular (apoplasto) se difunden a través de las bandas de caspari y penetran al xilema. Moléculas capaces de penetrar al protoplasma (simplasto), pasan de célula a célula a través de los plasmodesmos, y entran al floema, x moléculas capaces de de entrar a través de ambas rutas, paredes celulares (apoplasto) y protoplasma (simplasto) y penetrar a través de ambos, xilema y floema. | 102 |
| 28. Figura 28. Síntomas de toxicidad de herbicidas a) Daño ocasionado por sobre dosis de metholachlor en frijol común, b) toxicidad de clomazone en maíz (inhibidor de la pigmentación). | 105 |

CAPITULO X

Cuadros

| | |
|---|-----|
| 18. Arvenses de hoja ancha reportadas en el cultivo del arroz en Nicaragua | 122 |
| 19. Arvenses de hoja fina reportadas en el cultivo del arroz en Nicaragua | 122 |
| 20. Arvenses de importancia regional propias del cultivo del arroz en Nicaragua | 123 |

CAPITULO XII

Cuadros

21. Porcentaje de reducción de arvenses, bajo diferentes prácticas agronómicas 138

Figuras

32. Efecto de periodos de enmalezamiento y periodos de control de arvenses sobre el rendimiento del frijol común. a) usando, 30 semillas / m² b) usando 40 semillas/ m². En ambos casos el periodo crítico se ubica entre los 21 y 28 días después de la siembra (Alemán, 1988). 135
33. Efecto de espaciamientos entre surco y densidades de siembra sobre el rendimiento de frijol común y peso de maleza (Vanegas, 1986). 136

CAPITULO XV

Cuadros

22. Principales arvenses reportadas en el cultivo de sorgo en Nicaragua. 152

Figuras

34. Biomasa de arvenses influenciada por tratamientos químicos herbicidas. Evaluación realizada a los 50 días después de la siembra. 157

CAPITULO XVI

Cuadros

23. Arvenses de mayor frecuencia reportadas en inventarios realizados en campos de producción de maíz en Nicaragua. (Beck, 1985). 160

Figuras

35. Biomasa de arvenses monocotiledóneas y dicotiledóneas influenciada por manejo del suelo (Cruz, 1996). 163
36. Biomasa de arvenses influenciada por métodos de control de arvenses 165

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

| | |
|------------------------|-----|
| Clase Monocotiledóneas | 171 |
| Clase dicotiledónea | 175 |

INTRODUCCIÓN

Las llamadas plantas arvenses o malas hierbas son especies que invaden los cultivos. Su nombre viene dado del latín arvensis, que significa campo en el sentido agrícola. Las plantas silvestres que crecen en los campos agrícolas se conocen como plantas arvenses, o más comúnmente, como malezas, refiriéndose este último al aspecto nocivo que algunas de estas especies tienen sobre el cultivo. En consecuencia, los costos que implica la presencia de algunas han favorecido que el término “maleza” se aplique indiscriminadamente a la vegetación arvense o a todas las especies silvestres que crecen entre los cultivos, independientemente de cuan nocivas sean. Por lo tanto calificar de “malas hierbas” o “malezas” a todas las plantas arvenses en cualquier circunstancia resulta inadecuado. Por otra parte, este adjetivo sólo significa que la planta crece en forma silvestre en terrenos cultivados sin ninguna connotación respecto a la nocividad o bondad de estas plantas para los agricultores.

Se puede discernir que no existen diferencias en los conceptos analizados, de lo que se trata es de interpretar las virtudes de las plantas asociadas a los cultivos. No hay dudas que cuando se hable de pérdidas o daños cabe mejor el concepto de malezas o el de mala hierba, pero cuando se quiera hablar de manejo, lo correcto sería llamarlas arvenses. Para el enfoque agro ecológico de este libro se prefiere definir como arvenses a aquellas plantas que emergen de forma espontánea en los cultivos sin tener en cuenta las características nocivas que puedan presentar.

Dr. Reinaldo J. Álvarez Puente
Vice Decano de Investigación y Postgrado
Facultad Agropecuaria de Montaña del Escambray
Topes de Collantes, Trinidad, Sancti Spiritus, Cuba.

CAPITULO I

INTRODUCCION A LA CIENCIA DE LAS ARVENSES

Filosofía del Manejo de Arvenses

La importancia de un adecuado manejo de las arvenses en la producción de los cultivos esta firmemente sustentada, es condición *sine qua non* para lograr una producción económicamente rentable y de calidad. En el control de las arvenses se han utilizado diferentes métodos, sin embargo, el manejo de las arvenses sigue siendo uno de los principales problemas en los sistemas de producción. Lo anterior obliga a formularnos algunas preguntas: ¿Qué tan efectivas son las prácticas de control de arvenses desarrolladas hasta el momento? ¿Qué situaciones negativas han traído consigo? ¿Es necesario cambiar el enfoque tradicional de control y dar paso a estrategias de manejo integrado? Las respuestas a estas preguntas permitirán entender la importancia que tiene el manejo integrado de las arvenses.

El manejo de las arvenses debe basarse en la utilización de una serie de prácticas que contribuyan al desarrollo de estrategias que combinen: la eficiencia en el control y la influencia sobre otros factores de la producción, con un mínimo consumo de recursos y un reducido riesgo para el medio ambiente. Es necesario entender cuales son los factores que traen ventajas y desventajas a las especies de arvenses, bajo diferentes condiciones de manejo del cultivo. Los estudios realizados en la última década han demostrado el mal empleo del término "maleza", éste nombre indica lo dañina que son estas especies de plantas, sin embargo ignora el efecto benéfico que se puede obtener de su eficiente manejo. En la actualidad las investigaciones en éste campo están orientadas a obtener dicho beneficio. El estudio de las arvenses debe ser un factor subordinado al estudio de factores más complejos *e.g.*, influencia de arreglos de plantas, sistemas de laboreo, y otras.

El control Integrado de la Producción Agrícola

Con frecuencia se escucha el término control integrado para nominar el manejo de algún factor de producción en cultivos de importancia económica, sin embargo, dicha expresión no justifica la aplicación de medidas tendientes a disminuir el efecto de fac-

tores dañinos a las plantas, más bien el uso de métodos químicos de control, generan daños ecológicos de consecuencias irreparables al medio ambiente.

Tapia (1986) destaca la importancia de la utilización del término "control integrado para la producción agrícola", hace énfasis en la necesidad de no sectorizar el control integrado a cada una de las fases de la producción, refiere, que las necesidades actuales de alimentos y productos industriales de origen vegetal sugieren la necesidad de contar con sistemas de producción eficientes y de bajo costo en su implementación. Estos sistemas deben asegurar la productividad en las condiciones de riesgo normal en que se desarrollan los cultivos, que son los factores que frecuentemente reducen las cosechas.

El manejo de arvenses es una fase de la cadena de eventos que tiene lugar durante el ciclo vegetativo de una planta, en tal caso es importante referirse al control integrado para la producción agrícola y no al control integrado de una de las prácticas por separado (Tapia, 1986). No se pueden ejercer manejos parciales de situaciones en mayor o menor grado, los extremos conducen al fracaso, y provocan un desequilibrio peligroso, fácil de demostrar en la realidad nacional de la producción agrícola.

E.g., en el año 1967 se iniciaron en Nicaragua trabajos orientados al control integrado de plagas en plantaciones comerciales de algodón, los resultados son a la fecha desastrosos para la ecología de la región. Las plagas crearon resistencia a los plaguicidas y con el tiempo su control resultó más difícil. Los daños al medio ambiente son de sobra conocidos, los suelos fueron truncados por el excesivo uso de maquinaria, las aguas contaminadas, el rendimiento del cultivo se redujo sustancialmente, hasta convertir el otrora oro blanco en un cultivo poco rentable para los productores de la región.

La aplicación de esfuerzos para la obtención de un resultado positivo en términos de volumen de producto y en especial para el beneficio económico que de él se deriva debe significar un balance positivo y no reducciones de la rentabilidad por conceptos mal interpretados.

El concepto de Sistemas de Producción

La aplicación del concepto "sistema" es un intento de considerar o ver un fenómeno en su totalidad. En la actualidad el funcionamiento y relaciones de la mayoría de los fenómenos son explicados por medio de este concepto.

Shenk, (1987) propone analizar los sistemas de producción en una finca, componentes a su vez o sub-sistemas del sistema mayor, "sistema finca", que también es un sub-sistema en el sistema "comunidad" o "región", en donde el manejo de arvenses es solo un sub-sistema. Sería un error enfocar exclusivamente sobre éste sub-sistema en un esfuerzo por mejorar el nivel de vida de una familia campesina.

Hay que considerar el sub-sistema dentro de los demás sub-sistemas de la finca, las actividades agrícolas, los recursos físicos, económicos y sociales de la familia y otros. La importancia de considerar todos los factores fue enfatizada con el gran empuje de

la llamada "revolución verde" que trajo numerosas variedades mejoradas de cereales, luego quedó demostrado que para aprovechar al máximo el potencial genético de dichas variedades se necesitaba una gran gama de insumos complementarios, en muchos casos los productores no tenían acceso a dichos insumos o las variedades introducidas no tenían aceptación "social" o "culinaria" dentro de los productores, lo cual provocó su rechazo o su fracaso en el orden agronómico y económico.

De igual forma, es posible introducir nuevas tecnologías para el manejo de arvenses, las cuales no están dentro del alcance tecnológico, económico ni social del productor. Si el agricultor de recursos limitados invierte en un insumo, no le queda dinero para invertir en otro insumo.

Una necesidad real de la pequeña producción es tener un enfoque interdisciplinario en el desarrollo agrícola. Es necesario conocer la interacción entre el manejo de la vegetación y la incidencia de insectos, la interacción entre manejo de arvenses e incidencia de enfermedades fungosas, las interacciones entre sistemas de siembra (monocultivo vs policultivo) y su efecto sobre arvenses, plagas, enfermedades, etc.

Una aseveración clásica de los textos sobre control de arvenses es que éstas causan problemas porque son hospederos de plagas y enfermedades, sin embargo, el caso no es tan simple, se ha demostrado que una mayor diversidad de especies de plantas en un agro-ecosistema tiende a resultar en una población más estable de insectos (Altieri, 1983).

De esta manera se reitera la necesidad de evaluar sistemas de producción con un enfoque más amplio, para poder desarrollar alternativas apropiadas para pequeños y medianos productores, a quienes preferentemente deben ir dirigidas las tecnologías a generar. No podemos olvidar que el 95 por ciento de la producción de nuestro país se encuentra en manos de estos productores, quienes exigen de prácticas adecuadas que generen mayor rendimiento de los cultivos, sin daños a los recursos disponibles y al medio ambiente.

Ha sido muy común dentro de los especialistas el pensar que los problemas de la producción se solucionan al influenciar el factor de su dominio, *e.g.*, el entomólogo piensa que los problemas de la producción son de insectos plagas y que al solucionar estos problemas todo está consumado, lo mismo sucede con el especialista en arvenses, el cual realiza estudios parciales donde excluye el resto de factores que interrelacionan dentro del agro-ecosistema. Como se explicó en un inicio, deben eliminarse los manejos integrados parciales y dar paso al manejo integrado de la producción. Cada especialista debe entender bien su propia disciplina y entender que su especialidad no funciona en forma aislada, sino que es componente de un sub-sistema mayor.

Con este principio y un dominio total de su propia disciplina, el especialista debe interactuar con especialistas de otras disciplinas. Se deben conjugar experiencias propias y de otros especialistas para lograr una investigación más eficiente.

El objetivo de este libro está enfocado al manejo de las arvenses, sin embargo para desarrollar sistemas efectivos de control de arvenses, se tiene que trabajar dentro del

marco de manejo de los agro-ecosistemas. El uso de ciertas practicas de producción tiene influencia en los cambios de la composición florística y son parte del manejo integrado de las arvenses.

El manejo integrado de arvenses no es sólo un método más de control, sino que es una filosofía para utilizar los conocimientos disponibles en la ciencia de las arvenses y así manejar estos individuos, de forma que no causen pérdidas económicas a la familia rural.

El Sub-Sistema Arvense

El subsistema arvense es importante en los agro-ecosistemas. Las plantas que crecen sin ser sembradas por el agricultor tienden a competir con el cultivo establecido y producen un efecto negativo. Sin embargo, en algunos casos la completa eliminación de estas plantas voluntarias puede ser peor que dejar una población baja de ellas. Ahora bien, si el agricultor esta manejando estas plantas para sacar un beneficio, son malas hierbas o plantas benéficas?

También hay casos en los que una especie pobremente competitiva es manejada y, en algunos casos hasta sembrada, para reducir la población de otro tipo de maleza. Es esta especie de arvense de beneficio o por el contrario, es una maleza?

En la mayoría de los casos, el subsistema de arvenses compite con el subsistema de cultivos por radicación solar, agua y nutrientes, y tiene sobre el desempeño de éste un efecto neto que es negativo. En los últimos años ha habido mucho interés en prácticas culturales y otros enfoques que requieren manejo de arvenses en vez de un control completo. Bajo estos enfoques, la necesidad de conceptualizar las arvenses como un sistema es obvia (Hart, 1985).

Estructura de un sistema de arvenses. Hart (1985) indica que la estructura de un sistema de arvenses esta asociada con las características botánicas de los componentes del sistema (las especies) y el arreglo espacial y cronológico de las poblaciones.

Componentes. Generalmente las arvenses se clasifican en dos grandes grupos: hoja ancha (dicotiledóneas) y hoja fina (*poaceas* y *cyperaceas*). Otras características fisonómicas que afectan la estructura del sistema son: habito de crecimiento (trepadores, erectas, etc.), altura, área foliar, volumen, profundidad de raíces, etc

La población de arvenses, y la riqueza de especies dentro de una población, tienen un efecto importante sobre la estructura del sistema de arvenses. La dinámica de este complejo, obviamente esta muy relacionada con el arreglo espacial y cronológico de las especies (Hart, 1985).

Arreglo espacial. La Figura 1, muestra algunos hábitos de las arvenses. Estos tipos de arreglos, son el resultado de factores genéticos de las especies mismas, competencia intra específica (competencia entre organismos de la misma especie) y competencia inter específica (entre organismos de diferentes especies) con otras arvenses.

La competencia inter específica con los cultivos del agro ecosistema también afecta el arreglo espacial de las arvenses. El arreglo espacial de los cultivos afecta no solamente la población total y la riqueza de las arvenses presentes, sino también el arreglo espacial de las mismas. También el manejo del agricultor (arar, limpiar, etc.) afecta el arreglo espacial de las arvenses.

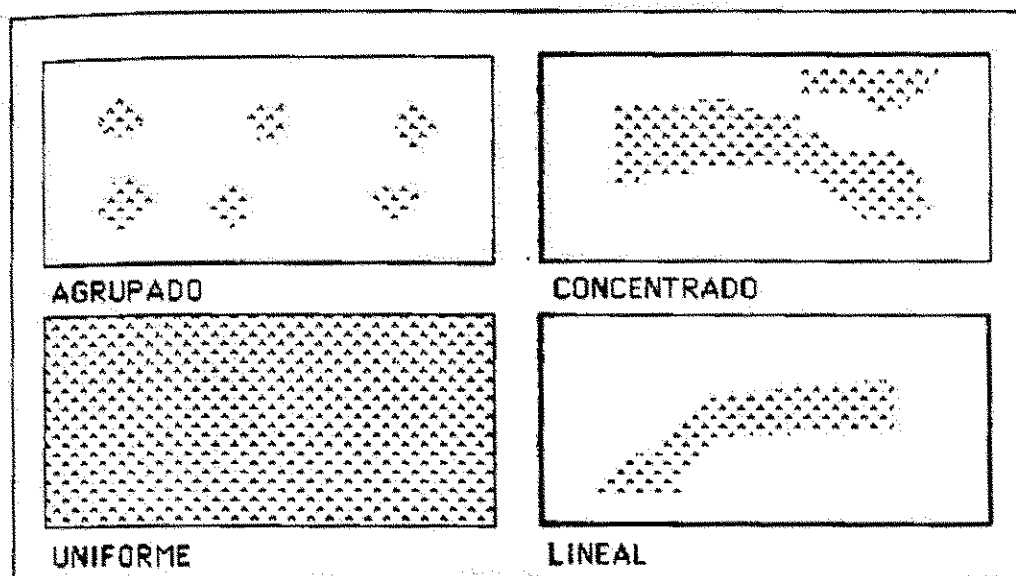


Figura 1. Ejemplo de arreglos espaciales de poblaciones de arvenses (adaptado de Hart, 1985).

Arreglo cronológico. La distribución de las poblaciones de arvenses en el tiempo, forma un arreglo cronológico. Como en el caso del arreglo espacial, el arreglo cronológico es el resultado de características de las arvenses mismas y de la interacción con los cultivos y con el manejo del agricultor. Sin tomar en cuenta las características del arreglo cronológico asociado con los cultivos y el manejo del agricultor, se pueden identificar los siguientes tipos de arreglos cronológicos: ciclos de poblaciones anuales, ciclos de anuales con perennes, sucesiones de anuales y perennes, arvenses perennes estables.

Estos arreglos están descritos gráficamente en la Figura 2. Al introducirse los cultivos y el manejo del hombre, estos arreglos cronológicos pueden ser modificados.

La población de arvenses dentro de un agro ecosistema forma una unidad que puede ser definida como un subsistema de arvenses. La estructura de este sistema está relacionado entre otras cosas, con las características botánicas de las especies de arvenses, y el arreglo espacial y cronológico de estas (Hart, 1985).

Arvenses de Importancia Mundial

Existen arvenses de gran distribución, las cuales son reportadas afectando cultivos en el ámbito mundial. Estas plantas por sus características de plasticidad, son adaptables a variadas condiciones ambientales y de suelo, lo que les permite colonizar gran variedad de cultivos en diferentes latitudes.

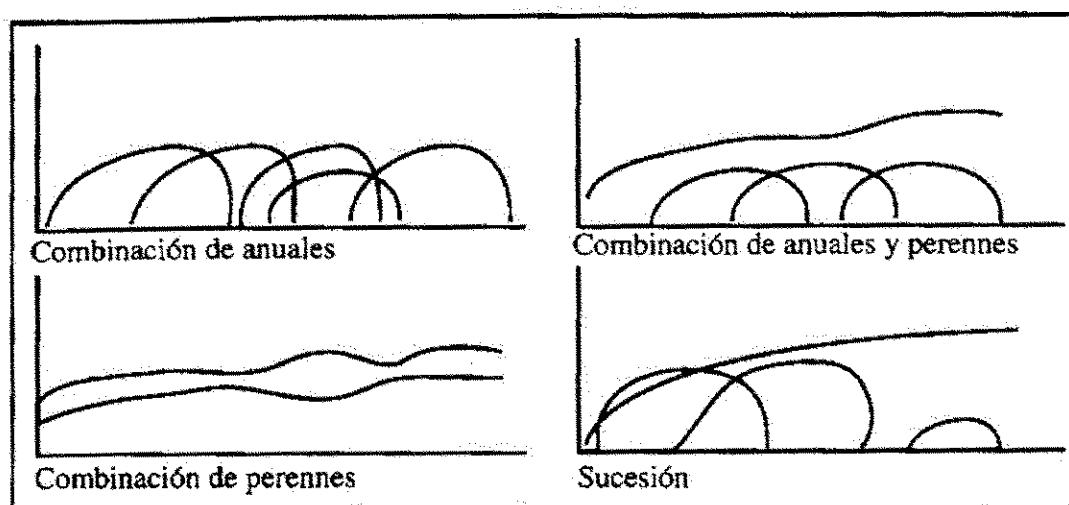


Figura 2.
Ejemplos de
arreglos cro-
nológicos de
poblaciones
de arvenses
(adaptado de
Hart, 1985).

Holm *et al.*, (1977) realizó un estudio que incluyó las 76 especies botánicas que ocasionan los mayores problemas en el ámbito mundial. Concluyó que existen alrededor de 200 especies que causan el 95 por ciento de los problemas a nivel mundial. Cerca del 70 por ciento de estas especies de importancia, se encuentran localizadas en 12 familias botánicas, y cerca del 45 por ciento del total de éstas pertenecen a tres familias: *poaceae* (Gramínea), *asteraceae* (Compositae) y *cyperaceae*. A continuación se presenta una lista de las 15 especies botánicas que se consideran como las más problemáticas en el ámbito mundial (Cuadro 1).

Cuadro 1. Listado de las 15 especies de arvenses más importantes en el ámbito mundial (Holm *et al.*, 1977)

| Familia | Nombre científico |
|----------------|--|
| Amaranthaceae | <i>Amaranthus hibridus</i> L. |
| Amaranthaceae | <i>Amaranthus spinosus</i> L. |
| Convolvulaceae | <i>Convolvulus arvensis</i> L. |
| Cyperaceae | <i>Cyperus esculentus</i> L. |
| Cyperaceae | <i>Cyperus rotundus</i> L. |
| Chenopodiaceae | <i>Chenopodium album</i> L. |
| Poaceae | <i>Avena fatua</i> L. |
| Poaceae | <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. |
| Poaceae | <i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop. |
| Poaceae | <i>Echinochloa colonum</i> (L.) Link |
| Poaceae | <i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn. |
| Poaceae | <i>Imperata cilindrica</i> (L.) Beauv. |
| Poaceae | <i>Rottboelia cochinchinensis</i> L. f. |
| Poaceae | <i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers. |
| Pontederiaceae | <i>Eichornia crassipes</i> (Mart.) Solms |
| Portulacaceae | <i>Portulaca oleraceae</i> L. |

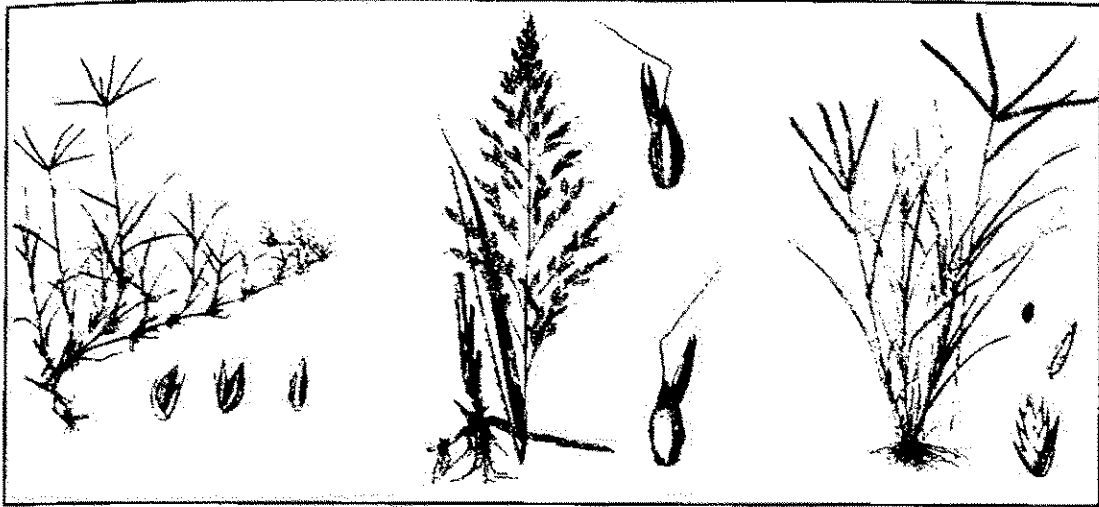


Figura 3. El zacate gallina (*Cynodon dactylon* L.), el invasor (*Sorghum halepense* (L.) Pers.), y el pata de gallina (*Eleusine indica* (L.) Gaertn) son tres de las arvenses mas difundidas en Nicaragua.

Arvenses de Importancia Nacional

Son pocas las investigaciones llevadas a cabo en Nicaragua, con el objetivo de estudiar la flora de arvenses presentes en un determinado cultivo.

Un intento fue el realizado por Quiñones (1996), quien llevó a cabo estudios de inventario de arvenses en caña de azúcar, en el cual determinó 79 especies. Atendiendo a su división en clases, el 68 por ciento corresponden a dicotiledóneas y el 32 por ciento a monocotiledóneas. Del total de especies monocotiledóneas, el 72 por ciento pertenecen a la familia *poaceae* y el 20 por ciento a la familia *cyperaceae*.

Otro trabajo de relevancia, que incluye el estudio de la dinámica de las arvenses, es el realizado por Hernández (1992), quien estudió la flora de arvenses presentes en arroz de riego. Este estudio investiga las asociaciones de arvenses y sus relaciones con factores de manejo del cultivo.

El cultivo en el cual se reporta la mayor información en cuanto a la flora de arvenses presentes es el frijol común. Alemán (1988) y Jarquín (1991) reportan que la flora predominante en cultivo de frijol común esta formada básicamente por arvenses de hoja ancha, donde sobresalen especies pertenecientes a las familias *asteraceae*, *euphorbiaceae* y *amaranthaceae*.

El análisis de la información sobre las arvenses reportadas en los cultivos de mayor interés en Nicaragua, muestra que el total de especies de arvenses asciende a 307. Ciento ochenta y seis especies pertenecen a las dicotiledóneas (61 por ciento) y 121 a las monocotiledóneas (38 por ciento). Tres especies pertenecen a plantas inferiores (uno por ciento).

El total de arvenses se encuentra distribuido en 68 familias, de las cuales 50 pertenecen a la clase dicotiledónea (74 por ciento), quince a las monocotiledóneas (22 por ciento) y tres a plantas inferiores (4 por ciento). Las familias mas representadas en el listado son: *poaceae* con 73 especies (23.8 por ciento), *asteraceae*, 30 especies (9.8 por ciento), *cyperaceae* 22 especies (7.2 por ciento), *papilionaceae* 17 especies (5.5 por ciento), *euphorbiaceae* 15 especies (4.9 por ciento), *malvaceae* 11 especies (3.6 por ciento) y *amaranthaceae* 10 especies (3.3 por ciento).

En el texto "Manual de Investigación Agronómica: con Énfasis en Ciencia de las Malezas", escrito por Alemán (2004), se presenta un listado de las arvenses reportadas en investigaciones relacionadas a ciencia de las arvenses en Nicaragua.

Existen especies de arvenses que han sido reportadas como muy perjudiciales en determinados cultivos. Se han realizado estudios que demuestran su alta incidencia y difícil manejo bajo nuestras condiciones. En el Cuadro 2, se presentan dichas especies.

Cuadro 2. Arvenses de difícil manejo en el momento actual en Nicaragua

| Especie | Familia | Cultivo afectado |
|--|----------------|------------------------|
| <i>Euphorbia hetherophilla</i> L. | Euphorbiaceae | Frijol, soya y maíz |
| <i>Cyperus rotundus</i> L. | Cyperaceae | Algodón, frijol y caña |
| <i>Melampodium divaricatum</i> D.C. | Asteraceae | Frijol |
| <i>Ixophorus unisetus</i> Schlecht | Poaceae | Caña, maíz y sorgo |
| <i>Ipomoea tillicaceae</i> (Wild) Choisy | Convolvulaceae | Algodón y sorgo |
| <i>Echinochloa colonum</i> (L.) Link. | Poaceae | Arroz |
| <i>Sagittaria trifolia</i> Engels | Alismataceae | Arroz |
| <i>Ischaemun rugosum</i> Salisb. | Poaceae | Arroz |
| <i>Alternanthera sessilis</i> (L.) DC. | Amaranthaceae | Café |
| <i>Commelina diffusa</i> Burm. F. | Commelinaceae | Café y arroz |
| <i>Galinsoga</i> sp | Asteraceae | Café |
| <i>Physalis angulata</i> L. | Solanaceae | Algodón |
| <i>Chloris clorideae</i> (Presl). Hitch. | Poaceae | Caña de azúcar |

CAPITULO II

CONCEPTO, ORIGEN, CARACTERÍSTICAS Y CLASIFICACIÓN DE LAS ARVENSES

Concepto de Arvenses

Al iniciarse el hombre en sus actividades agrícolas se vio en la necesidad de diferenciar claramente entre plantas deseables por ser objeto de interés (alimentos, vestidos, medicina, etc.) y plantas que entorpecían el logro de tales objetivos, dando a estas últimas el nombre de malezas. Estas plantas interfieren en formas variadas el logro de la agricultura: obstaculizan las operaciones agrícolas, aumentan los costos de producción, disminuyen la cantidad y calidad de los alimentos, etc. La categoría de maleza está determinada por el hombre, él es el que establece el "status" por la interferencia con la actividad, objetivos y salud humana.

El valor de una arvense está determinado por la percepción de su observador. Estas percepciones tienen gran influencia sobre las actividades humanas dirigidas hacia su manejo (Radosevich, *et al*, 1997). Desde el punto de vista antropocéntrico las plantas espontáneas se consideran como plantas que interfieren de una u otra forma con las actividades del hombre, sin embargo, biológicamente éstas tienen un valor incalculable por constituirse en el eslabón fundamental de todo ecosistema (Radosevich, *et al*, 1997). Dentro de la vegetación silvestre o nativa se considera maleza a aquella planta que en un momento dado puede interferir ya sea alelopáticamente o por competencia por agua, nutrientes, CO₂, O₂ y espacio, con un cultivo, afectando económicamente el sistema productivo (Gómez y Rivera, 1994).

Por tanto, al conceptuar una planta como maleza se está expresando una opinión humana, éste concepto depende del punto de vista de los intereses de la humanidad, *e.g.*, *Brachiaria mutica* (pará) en ciertas condiciones de nuestro país se le cultiva con el fin de alimentar al ganado, pero, si su presencia se advierte dentro del cultivo del arroz, se convierte en una maleza.

Los textos de manejo de la vegetación espontánea recogen muchas definiciones de maleza. Algunos autores la definen como plantas indeseables, inútiles e inoportunas, otros dicen que es toda planta fuera de lugar. Con esta última definición cualquier planta puede ser considerada maleza. Una planta de maíz creciendo en una plantación de frijol común debe ser considerada maleza. Arvenses es sinónimo en español de ma-

leza, malas hierbas, plantas indeseables, plantas nocivas, plantas invasoras, adventicias, plantas comensales, etc.

Origen de las Arvenses

Las arvenses constituyen el primer estado de una sucesión de plantas donde la vegetación ha sido disturbada. Por tanto, podemos considerar a las arvenses como las plantas pioneras después del disturbio de los suelos. Estas plantas son características de tierras donde el hombre ha sustituido la vegetación nativa con un sistema controlado de cultivo y manejo. Las plantas nativas desaparecen y son reemplazadas por otras plantas adaptadas a las condiciones medio-ambientales y de manejo.

Las arvenses pueden ser encontradas en todos los lugares donde vive el hombre. Este con sus actividades agropecuarias altera el equilibrio natural de la vegetación (*climax*) y lo sustituye por vegetación artificial creando micro-ambientes especiales. Estos tienen sus propios factores climáticos, de suelo y organismos que determinan la presencia, abundancia y distribución de las arvenses. Los factores mencionados cambian continuamente y por consiguiente las poblaciones de arvenses son dinámicas.

La vegetación de una determinada área es el conjunto de vegetales que viven en un lugar y le imprimen un aspecto particular a causa de la fisonomía de las plantas presentes. La vegetación abarca las formas fisonómicas de: bosques, sabanas, estepas, etc.

Un término muy empleado en estudios de la vegetación es el de formación vegetal, que es un tipo de vegetación que posee un aspecto particular, dado por la respectiva abundancia de árboles, arbustos y hierbas. Una formación vegetal está constituida por sucesiones de plantas, que son las distintas etapas por las cuales atraviesa una formación vegetal en su evolución y desarrollo. Las sucesiones de plantas inician con una sucesión primaria y continúan hasta el final, llamado estado terminal. Este estado final está en equilibrio con el clima y se le denomina *climax*.

El establecimiento de la vegetación sobre suelo desnudo, constituye un ejemplo clásico del desarrollo sucesional. Un bosque que se incendia o se tala, suelos que se erosionan, etc, son lugares apropiados para que se establezcan nuevas especies y comience el primer estado de la sucesión denominada primaria.

Una sucesión primaria de plantas resulta de la alteración ocasionada por el hombre sobre una vegetación en estado secundario o terciario (*climax*), la cual pierde por completo su integridad. Las primeras plantas que se establecen en una sucesión primaria de plantas la constituyen las arvenses.

Se puede afirmar que las arvenses se originan del disturbio constante ocasionado por el hombre en su afán de extender la frontera agrícola. La vegetación predominante de una determinada área se ve influenciada severamente en dependencia del tratamiento a que es sometida por el hombre.

Efectos del Manejo sobre la Vegetación

Áreas sin alteración. Áreas que permanecen sin la acción del hombre, o el efecto negativo de factores naturales (quemadas, derrumbes, etc.) durante largos períodos de tiempo, desarrollan una cobertura vegetal, donde predominan plantas perennes. Generalmente son plantas que acumulan gran cantidad de materia seca, plantas leñosas y/o plantas herbáceas persistentes (zacates perennes).

Este tipo de plantas se establecen, debido a que plántulas de nuevas especies (anuales), tienen dificultad para establecerse por la competencia con otras plantas vigorosas, previamente establecidas. Esta situación permite una comunidad estable, se trata de un estado avanzado de sucesión vegetal donde las comunidades de organismos son diversos, complejos y estables. Si la sucesión ecológica continúa naturalmente sin ninguna perturbación, terminara en un ambiente estable (*climax*).

Bajo condiciones adversas (baja pluviosidad, suelo superficial, etc.), se dificulta la especialización de la comunidad, limitándose de esta forma el establecimiento de comunidades arbóreas (bosques). Bajo esta condición, la sucesión vegetal se especializa comúnmente hacia sabana y/o praderas. Las nuevas especies tienen dificultad para establecerse sobre una cobertura vegetal que alcanza gran porcentaje del área. En el Cuadro 3, se da un ejemplo del efecto de plantas previamente establecidas sobre la cobertura vegetal.

Áreas alteradas. El disturbio constante del suelo ocasionado por el hombre en su afán por obtener tierra para la siembra, permite el establecimiento de una cobertura vegetal permanente, de naturaleza muy particular. Esta situación (manejo) favorece la desnudez del suelo propiciando la aparición de plantas de ciclo corto, en mayor proporción que en áreas no alteradas. La razón de esta situación, es que los nuevos individuos que provienen de semillas en el suelo (banco de semillas) pueden establecerse fácilmente durante el período lluvioso, por la condición favorable para el crecimiento de las plantas.

Después de un disturbio ocasional (derrumbes, incendios, etc.) en una zona donde existe una cobertura vegetal estable, las estructuras reproductivas de las plantas anuales pueden estar ausentes o presentes de manera dispersa.

En áreas repetidamente alteradas por el hombre o por factores naturales, es mucho más probable encontrar estructuras reproductivas de plantas anuales (banco de semillas). En esta condición prevalecerá este tipo de plantas, las cuales colonizan rápidamente, evitando la aparición de plantas perennes.

Cuadro 3. Efecto de cobertura vegetal sobre el establecimiento de plantas anuales (Tomado de Håkansson, 1983).

| Momento de siembra de Trébol (días antes de la Siembra) | Plantas anuales 53 días después de siembra | |
|---|---|------------------------------|
| | No. (m ⁻²) | Peso seco (m ⁻²) |
| Asociación uniforme (sin cortes) | | |
| Sin Poaceas + trébol | 878 | 337 |
| 0 días | 707 | 236 |
| 18 días | 633 | 9.5 |
| 45 días | 41 | 0.04 |
| Asociación no uniforme (con cortes a los 27 dds) | | |
| 45 días (30*30 cm) | 177 | 0.30 |

Condiciones donde Predominan las Arvenses Anuales

Tierras cultivables: En estas áreas la labranza se realiza frecuentemente, ocasionando, por lo general, desnudes del suelo. En estas condiciones es frecuente el control manual de arvenses, control químico, cosecha mecanizada, etc., lo cual ocasiona un disturbio permanente del suelo que origina el establecimiento de arvenses anuales.

Otras áreas intensamente afectadas por el hombre. Existen áreas que son afectadas por el hombre con propósitos diferentes a la agricultura, que dificultan el establecimiento de comunidades estables de plantas. e.g., minas, construcciones, etc.

Áreas sobre pastoreadas. Áreas que han sido muy explotadas para el pastoreo, lo cual permite zonas descubiertas que pueden ser colonizadas por plantas adventicias anuales.

Áreas con limitaciones edafo-climáticas. En esta situación, las plantas en desarrollo son eliminadas completamente, o su establecimiento es limitado, e.g., suelos superficiales, áreas con períodos lluviosos y secos bien definidos, etc..

En todas las situaciones referidas, rápidamente se desarrollan plantas anuales, las cuales producen gran parte de la biomasa, sobrepasando a otras categorías de plantas. En el Cuadro 4, se indica el cambio de vegetación en terrenos que se han dejado de explotar para la agricultura y en el Cuadro 5, se denota el cambio en el ciclo de vida de las arvenses, después de un período de tiempo sin alteración del suelo. Nótese la especialización de plantas anuales hacia plantas perennes.

Cuadro 4. Cambios en la vegetación (sucesión vegetal) en tierras alteradas y posteriormente abandonadas. Proceso iniciado en un suelo desnudo después de la labranza (Tomado de Håkansson, 1983)

| Tiempo | Cambios con respecto a la biomasa | Comentarios |
|----------------------------|---|--|
| Malezas en el Primer año | Plantas de vida corta (anuales etc.) sobresalen sobre otros tipos de plantas | Arvenses en cultivos anuales (Sucesión primaria) |
| Año dos y los siguientes | Plantas persistentes. Plantas perennes predominan sobre plantas de corta vida | Arvenses perennes |
| Después de un largo tiempo | Plantas leñosas aparecen influenciando la vegetación herbácea | Áreas cultivables abandonadas |
| Finalmente | Bosques de diversos tipos | Comunidad estable |

Cuadro 5. Cambios de categorías de plantas de la flora de arvenses después de un período de tres años, de no explotar el suelo. Tomado de Håkansson (1986).

| Categorías de las arvenses | Número de plantas anuales o perennes /m ² | | |
|----------------------------|--|----|-----|
| | Años después de la siembra | | |
| | 1 | 2 | 3 |
| Anuales | 66 | 31 | 6 |
| Perennes | 6 | 35 | 104 |

Asociaciones de arvenses

Según Holdrige (1970), asociación vegetal es una comunidad de especies más o menos homogénea y caracterizada por su fisonomía y por varias especies en común entre las dominantes.

En ocasiones los problemas de arvenses se reducen a una especie en particular, e.g., en algunas situaciones de nuestro país predomina la especie *Cyperus rotundus* L. (coyolillo), evitando que aparezcan otras especies en comunidad. Sin embargo, la generalidad es que las arvenses se presentan en grupos, formando asociaciones mas o menos definidas con arvenses dominantes y secundarias.

Por lo antes expuesto las arvenses deben ser estudiadas como un complejo de plantas, no como especies aisladas. Una planta por sí sola no ejerce un efecto signifi-

cativo en la reducción del rendimiento de los cultivos. Es el complejo de especies las que ejercen el efecto competitivo en contra de nuestra planta de interés económico.

Cenosis y Agrocenosis

Existen una serie de términos utilizados en la ciencia de las arvenses, para describir las relaciones entre las plantas. El término fitocenosis o cenosis se refiere al comportamiento de las arvenses entre si, su organización, situación, dinámica, etc. Se define como el conjunto de plantas que crecen en un lugar sobre territorio homogéneo, con una composición y estructura determinada (asociación). Por lo general la fitocenosis esta formada por especies dominantes y especies secundarias.

Los estudios orientados al conocimiento de la flora tienen como unidad la fitocenosis, especies individuales en una comunidad, tienen poco valor.

La agrofitocenosis o agrocenosis se refiere al estudio de las arvenses entre si, en sus formas específicas en las condiciones climáticas y su relación con el cultivo.

Características de las Arvenses

Las arvenses reúnen una serie de características que las convierten en un problema serio para los intereses de los productores agrícolas, dentro de ellas destacan:

Ciclo de vida parecido al cultivo. Las poblaciones de arvenses provenientes de una zona que ha sido cultivada por algún tiempo, se caracterizan por su similitud con el cultivo en cuanto a los ciclos de vida. Generalmente las arvenses germinan junto con el cultivo y maduran un poco antes que éste, o a la par del mismo.

Desarrollo rápido de raíces y partes aéreas. Entre más rápido es el establecimiento de una planta, mayores ventajas tendrá para competir con otras. El desarrollo rápido de las raíces le permite mayor capacidad para la absorción de agua, nutrimentos y tolerar sequía prolongada. El desarrollo de las partes aéreas le dará mayor área fotosintética y la capacidad de crear sombra, lo cual afectara el crecimiento de otras plantas.

Plasticidad de poblaciones. Al crear condiciones para el establecimiento de un cultivo, se establece una población de arvenses. El número inicial de plántulas es elevado, sin embargo, al llegar a la madurez se observa que la población de dichas arvenses se ha reducido. A este fenómeno se le llama plasticidad de poblaciones. En otras palabras se refiere al establecimiento de poblaciones iniciales altas las cuales disminuyen con el tiempo, dejando un número de arvenses vigorosas a un nivel óptimo para su desarrollo.

Esto sucede en el ámbito de la comunidad de arvenses, mostrado por el hecho que predominan las especies más adaptadas para un ambiente dado. Además, ocurre en el ámbito de especies individuales, reflejado en que la población de cada una se adapta

a las condiciones ambientales y a los factores de crecimiento presentes, dejando la cantidad de arvenses óptimas de cada especie.

Germinación desuniforme de las semillas de arvenses (germinación escalonada). En la mayoría de los cultivos se busca la uniformidad en la germinación, por la necesidad de realizar la cosecha en un solo momento. En cambio, muchas especies de arvenses después de producir sus semillas y llegar éstas al suelo, no todas germinan. Algunas de ellas tardan un tiempo en germinar y son potencial reinfeksi3n a lo largo de un ciclo de cultivo. Esta característica le da la posibilidad de germinar durante un largo período de tiempo.

El fenómeno de la germinación desuniforme en las arvenses es de gran ventaja para su sobre vivencia. Si todas las semillas de una especie de maleza germinan a la vez, su control sería fácil, pero si germinan en forma desigual, sólo es posible un control parcial. El alargamiento de este período de germinación asegura la continuidad de la especie, ya que le permite a la maleza la sucesión de varias generaciones dentro de un ciclo vital.

Producción de inhibidores. Una adaptación de gran importancia en algunas plantas es la producción de sustancias tóxicas que inhiben el crecimiento de otras plantas, y a veces de la misma especie. En general estos inhibidores actúan sobre las semillas de otras plantas impidiéndoles su germinación. *e.g.*, el cornizuelo (*Acasia costarricense*) segrega exudados tóxicos al medio que inhiben la germinación de otras especies a su alrededor.

Producción numerosa de semillas y órganos reproductivos vegetativos. Las arvenses poseen variadas formas de reproducción, producen gran número de semillas y por consiguiente gran número de descendientes. Es típico de las arvenses anuales producir abundante semilla viable bajo condiciones favorables o adversas. La cantidad de semillas producidas por las especies de arvenses varía considerablemente, presentándose en algunas de ellas cantidades al nivel de los cientos, mientras que en otras hasta más de 200 000 semillas por planta. En general, la mayoría de las semillas producidas son viables, aunque la latencia difiere según la especie.

Otras especies de arvenses tienen capacidad de producir estructuras vegetativas de reproducción (estolones, tubérculos, bulbos, rizomas, etc.), los cuales generan mucha más dificultad de control que las mismas semillas.

Adaptación a diferentes medios ambientes: Muchas especies de arvenses poseen capacidad de adaptación a variadas condiciones ambientales y de suelo. Producto de ello podemos encontrar estas especies en diversas partes del mundo (frías, templadas, tropicales), en suelos fértiles e infértiles y con variadas características físicas y químicas. *e.g.*, *Cyperus rotundus* L. (coyolillo) considerada una de las arvenses más agresivas,

esta reportada en más de 70 países, situados en diferentes latitudes. El *Cynodon dactylon* (zacate gallina) es reportado compitiendo en 33 cultivos, en 45 países de todos los continentes.

Con relación al ambiente, los factores de agua, luz y espacio son críticos para el crecimiento normal de las plantas. Las arvenses son bastante flexibles a variaciones de estos factores, adaptándose a los extremos de sequía o inundación, a luz limitante (sombra), y debido a la plasticidad de poblaciones, se adaptan al espacio disponible.

Adaptación a variaciones del ambiente. Generalmente los cultivos han sido seleccionados para rendir mejor bajo condiciones limitadas del ambiente. Con relación al suelo requiere un determinado pH, buen drenaje o riego, un nivel de fertilidad adecuado y una temperatura bajo ciertos límites. Aunque las arvenses requieren también condiciones óptimas, éstas prosperan con un rango más amplio del medio ambiente. Entre más se alejan las condiciones óptimas del cultivo, la maleza estará más beneficiada debido a su flexibilidad, e.g., el coyolillo (*Cyperus rotundus* L.) se desarrolla bien en terrenos húmedos y drenados, pero tienen más agresividad en áreas mal drenadas.

Clasificación de las Arvenses

Existen múltiples enfoques para la clasificación de las arvenses, su importancia depende del perfil del profesional interesado en la clasificación. Para los agrónomos los enfoques mas importantes son aquellos que están basados en la forma de vida y el ciclo biológico.

Un sistema importante es la clasificación basada en la combinación del ciclo biológico y la forma de vida, de este principio surgen:

Plantas que mueren después de la formación de la semilla.

Anuales, e.g., *Melampodium divaricatum*

Plurianuales, e.g., *Agave* sp.

Plantas que en su totalidad, o partes de ellas sobreviven después de la formación de la semilla.

Perennes

- Vida corta

- Larga vida

Los grupos resultantes de la clasificación basada en el ciclo biológico, poseen gran significado ecológico.

- Vida corta - anuales, perennes de corta vida.

- Larga vida - perennes persistentes, arbustos, plantas leñosas, etc.

Otros puntos de vista o enfoques para clasificar las arvenses son: su ciclo biológico,

el tipo de planta, su hábito de crecimiento, el hábitat donde se desarrolla y la familia botánica a la que pertenece.

En cuanto a su ciclo biológico las arvenses pueden ser:

Anuales. Se incluyen dentro de este grupo aquellas plantas que viven durante un período no mayor de un año. Durante este tiempo producen abundante cantidad de semillas y posteriormente mueren. Por lo general se reproducen únicamente por semillas. *e.g.*, *Portulaca oleracea* (verdolaga) *Euphorbia hirta* (leche leche).

Bianuales. Estas plantas viven durante un período aproximado de dos años; durante el primer año se desarrollan vegetativamente y durante el segundo completan su ciclo produciendo flores y semillas. Son especies poco comunes en nuestras condiciones.

Perennes. Estas especies necesitan más de dos años para completar su ciclo de vida, producen semillas durante varias generaciones para garantizar su reproducción, además se reproducen vegetativamente a través de bulbos, rizomas, estolones, etc. *e.g.*, *Cyperus rotundus* L. (coyolillo), *Sorghum halepense* (invasor), *Cynodon dactylon* (zacatillo gallina)

La clasificación en cuanto al tipo de planta es muy importante, se basa en la introducción del control químico, y muy en especial al uso de herbicidas selectivos, aquí encontramos:

Arvenses de hoja ancha. Grupo generalmente compuesto por plantas de la clase dicotiledónea, incluye plantas de fácil control mediante distintos métodos, en el lenguaje popular del campesino se le denomina "monte". *e.g.*, *Amaranthus spinosus* (bledo), *Portulaca oleracea* (verdolaga), etc.

Arvenses de hoja fina (angosta). Grupo compuesto por plantas de las familias *poaceae* y *cyperaceae*. Este grupo incluye las arvenses de más difícil control *e.g.*, *Sorghum halepense*, (invasor) *Cynodon dactylon*, (zacatillo gallina) *Rottboelia cochinchinensis*, (caminadora) *Cyperus rotundus* L. (coyolillo).

De acuerdo al hábito de crecimiento se pueden clasificar en: rastreras, erectas y decumbentes. Cabe señalar que una determinada especie puede presentarse como erecta en una determinada condición ecológica y rastrera cuando la condición del medio ha variado.

Atendiendo al hábitat, se clasifican en: acuáticas y terrestres. Las acuáticas a su vez las podemos dividir en: sumergidas, emergentes, flotantes y marginales. Este tipo de arvenses causan problemas en estanques y canales de riego, así como en cultivos que tienen que permanecer con abundante agua. Dentro de las arvenses terrestres se incluyen la gran mayoría de las especies que compiten con una gran diversidad de cultivos, así como aquellas que bloquean los caminos de penetración, campos sin cultivo, líneas de ferrocarril, etc.

Como último punto de vista para la clasificación de las arvenses, hay que tomar en cuenta la clasificación botánica. Las arvenses como miembros del reino vegetal se clasifican en dos grandes clases: monocotiledóneas y dicotiledóneas. Tanto en un grupo como en el otro encontramos arvenses de gran importancia por los daños que causan a los cultivos de interés.

Las arvenses se separan e identifican mediante nombres científicos, de igual forma que el resto de las plantas. El nombre científico está constituido de dos términos, el primero se refiere al género, cuya primer letra se escribe siempre con mayúscula y el segundo que corresponde a la especie, la cual se escribe siempre con minúscula. A continuación se coloca la inicial de la persona que clasificó la especie, y si el caso lo amerita las iniciales de la persona que modificó el nombre original.

Además del nombre científico, es usual dar nombres vulgares de arvenses. Sin embargo, estos nombres varían considerablemente en dependencia de la zona donde se presenta una determinada especie. *e.g.*, *Echinochloa colonum* (L.) Link, es el nombre científico de la especie conocida como grama de agua, grama colorada, arrocillo, etc. *Cyperus rotundus* L. es el nombre científico de la especie conocida como: coquito, coyolillo, etc. *Sorghum halepense* (L.) Pers. es el nombre científico de la especie: invasor, pasto Johnson, sorgo de alepo, etc.

CAPITULO III

BIOLOGÍA DE LAS ARVENSES

Reproducción de las Arvenses

Las plantas que se reproducen solo por semillas pueden combatirse impidiendo la producción de semillas, en cambio para combatir las arvenses perennes hay que impedir no sólo la producción de semillas sino también la multiplicación vegetativa. En consecuencia, es importante conocer, en relación con las prácticas de manejo, los hábitos de formación de semillas de arvenses, los formas de diseminación de sus semillas, la longevidad de las semillas enterradas en el suelo, las fechas de germinación y maduración de semillas en relación con la época de siembra y recolección de las plantas cultivadas, y la multiplicación vegetativa de las arvenses. Todos estos factores son importantes y nos ayudarán a hacer más efectivo nuestro control y a realizarlo en el momento adecuado.

Producción de semillas de arvenses. El éxito en la propagación de una especie por medio de semillas depende fundamentalmente del número de semillas producido y de la viabilidad de las mismas, siempre y cuando estas semillas encuentren condiciones adecuadas para germinar y crecer.

Las arvenses producen un número de semillas relativamente grande, aunque el número medio varía notablemente de una especie a otra y aún dentro de una misma especie, el número de semillas producido va a variar dependiendo del vigor de la planta, de las condiciones en que se ha desarrollado, del ataque de insectos u hongos y del éxito de la polinización durante la floración.

Por regla general las especies perennes necesitan menor cantidad de semillas que las especies de vida corta. Las arvenses anuales y bianuales dependen más que todo de la producción de semillas como medio de propagación y supervivencia. En el Cuadro 6, se presenta la producción de semillas de algunas especies de arvenses comunes en nuestros campos.

Cuadro 6. Producción de semillas de algunas especies de arvenses (CIAT, 1976).

| | Número /planta | Número /kilo | Peso 1000 (g) semillas |
|------------------------------|-------------------|-----------------|---------------------------|
| <i>Echinocloa cruz-galli</i> | 7 160 | 713 430 | 1.40 |
| <i>Chenopodium album</i> | 72 450 | 1 426 854 | 0.70 |
| <i>Amaranthus</i> sp | 117 400 | 2 628 421 | 0.58 |
| <i>Portulaca oleraceae</i> | 52 300 | 7 683 100 | 0.13 |
| <i>Digitaria sanguinalis</i> | 8 246 | 3 722 200 | 0.27 |

Como puede observarse en el Cuadro anterior, el número de semillas producido es variable de una especie a otra. Es bueno destacar que no todas estas semillas germinarán, sino que la viabilidad varía de una especie a otra. Muchos suelos agrícolas están llenos de semillas de arvenses, las cuales germinarán una vez que sean llevadas a la superficie por medio de las labores previas a la siembra.

Reproducción vegetativa de las arvenses. Las arvenses perennes a diferencia de las anuales, no dependen tanto de las semillas para propagarse. Estas arvenses son altamente nocivas, ya que producen semillas en abundancia y además pueden propagarse vegetativamente. La propagación vegetativa o asexual es un mecanismo de sobrevivencia de gran importancia en las arvenses, ya que las estructuras vegetativas de estas plantas forman individuos nuevos.

Según el tipo de propagación, las arvenses pueden clasificarse en:

Arvenses rizomatozas. Producen tallos subterráneos que se propagan aún a cierta distancia de la planta madre. *e.g.*, *Sorghum halepense* (Invasor, Pasto Johnson) y *Cyperus rotundus* L. (Coyolillo).

Arvenses estoloníferas. Forman tallos largos y rastreros que tienen la propiedad de enraizar en los nudos y producir una nueva planta. *e.g.*, *Cynodon dactylon* (zacate gallina) y la *Commelina diffusa* (siempre viva).

Arvenses bulbíferas. Son plantas de tallos cortos en forma de discos, recubiertos de escamas que dan origen a nuevas plantas *e.g.*, *Sagittaria longiloba* (oreja de burro).

Además de las estructuras mencionadas, podemos encontrar otras como tubérculos y raíces que son importantes en la propagación asexual de las arvenses.



Figura 4. El coyolillo (*Cyperus rotundus* L) es un clásico ejemplo de una arvense altamente nociva, ya que reúne las características mas importantes que confieren ventajas adaptativas en los agro ecosistemas agrícolas.

Diseminación de las Semillas de Arvenses

Las semillas en general no tienen un método para moverse, dependen de otras fuerzas para dispersarse. Los principales agentes para la diseminación de las semillas y frutos de arvenses, son el viento, el agua, los animales incluyendo al hombre, la maquinaria y la semilla de los cultivos.

El viento como agente de diseminación. La distribución de las arvenses por el viento se facilita por las modificaciones estructurales de sus semillas y frutos, especialmente en las especies pertenecientes a la familia *asteraceae*. Estas modificaciones pueden ser por ejemplo: sacos, alas, pelos, paracaídas, plumas, etc.

El agua como agente de diseminación. Algunas semillas presentan vesículas que pueden almacenar aire que les permite flotar y ser transportadas por medio del agua, ya sea en escurrimiento superficial, corrientes naturales, canales de riesgo y drenaje y en las inundaciones.

Animales incluyendo al hombre. Los animales contribuyen a la dispersión de las arvenses, por el hecho de que las semillas de muchas plantas al ser ingeridas por los mismos pasan por el tubo digestivo sin que su capacidad de germinación se altere. Otra forma por medio de la cual los animales diseminan las semillas de arvenses es cuando éstas se adhieren a la piel de los animales debido a las modificaciones estructurales que poseen sus semillas e.g., el mozote (*Cenchrus pilosus*) y el aceitillo (*Bidens pilosa*).

El hombre contribuye notablemente a la diseminación de las arvenses. Algunas semillas de estas plantas han sido transportadas por el hombre a largas distancias por medio de los envíos de semillas para siembra. Otra forma es a través de la introducción de especies útiles que encuentran condiciones adecuadas para propagarse de manera desordenada. Un caso típico se dio en Colombia con la introducción del pasto kikuyo (*Penisetum clandestinum*) el cual luego de ser establecido se propagó de tal manera

que se tuvo que decretar emergencia nacional para lograr erradicarlo. En nuestro medio se introdujo el jaragua (*Hyparhenia rufa*) y en la actualidad crece intempestivamente en grandes áreas de nuestro país.

Diseminación de las semillas en los cultivos. Este medio es probablemente el medio de diseminación más importante que existe y en que el hombre juega un papel muy importante. Con el envío de semillas agrícolas, se ha introducido desde países extranjeros gran proporción de arvenses. El problema se da también a nivel local, ya que los pequeños agricultores prefieren utilizar la semilla originada en sus cultivos con el erróneo propósito de ahorrar dinero, con ello obtienen semilla de baja germinación y gran contenido de semillas de arvenses. *e.g.*, en las semillas de arroz producidas en Nicaragua es común encontrar gran cantidad de semillas de arroz rojo (*Oryza sativa* L.) y falsa caminadora (*Ischaemun rugosum*).

Características de las Semillas de Arvenses que le Confieren Ventajas sobre el Cultivo

Germinación. Como germinación se denomina el proceso mediante el cual el embrión reasume su desarrollo. En general la germinación de la mayor parte de las semillas de arvenses se da en las primeras cuatro pulgadas del suelo.

En la germinación de las semillas de arvenses pueden intervenir algunos fenómenos:

Latencia. La latencia constituye un estado de descanso o reposo para la semilla. Es una característica que permite que las arvenses sobrevivan en el suelo y persistan como infestaciones graves. La latencia se ha clasificado en tres categorías: Innata, inducida, forzada.

Latencia innata. (dormancia). Se da este tipo de latencia cuando la semilla al desprenderse de la planta madre ya viene condicionada a no germinar. Este tipo de latencia depende de condiciones intrínsecas de la semilla y posiblemente sea regulada por mecanismos genéticos.

Latencia Inducida. Este tipo de latencia depende de la interacción de la semilla con el medio ambiente. Se establece cuando una semilla no latente pasa a serlo después de la exposición a condiciones específicas del medio, tales como: altas temperaturas, bajos contenidos de humedad, etc.

Latencia forzada. Este tipo de latencia se debe a limitaciones del hábitat o medio ambiente que impide que germinen las semillas, *e.g.*, la posición de la semilla en el suelo, la profundidad a que se encuentra, etc.

Vigor. Por lo general las semillas de arvenses son vigorosas, esto les confiere una germinación rápida que le da ventaja contra el cultivo.

De la cantidad de semillas presentes en el suelo, solamente una parte germinará cada año. El remanente permanecerá en letargo, ya que no se le presentan las condiciones adecuadas para germinar, por carencia de factores ambientales adecuados, o por la profundidad a que se encuentran. La disminución en el contenido de semillas se va a compensar con la resiembra de aquellas arvenses que escapen a los diferentes controles y consigan fructificar, así como la reinfección ocasionada por las semillas de arvenses que llegan al terreno mezcladas con las semillas a sembrar, el agua de riego, los animales, el hombre mismo, etc. En la Figura 5, se presenta el ciclo de las arvenses anuales en los terrenos cultivados.

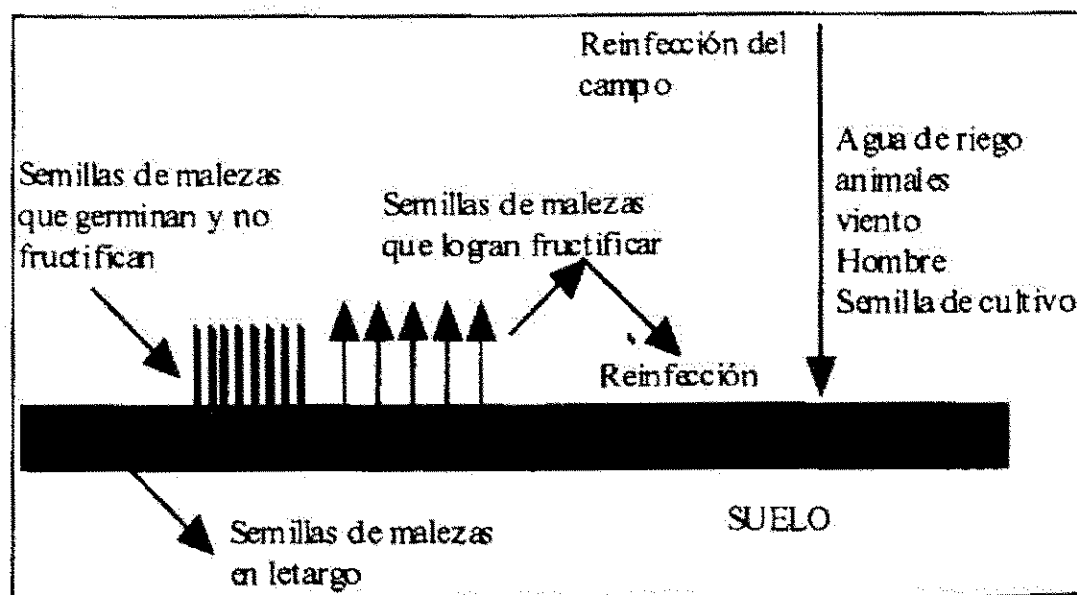


Figura 5.
Ciclo de las
arvenses
anuales en
los campos
cultivados.

CAPITULO IV

ECOLOGÍA DE LAS ARVENSES

El papel Ecológico de las Arvenses en los Agro-Ecosistemas

El conocimiento actual muestra que las arvenses deben eliminarse porque causan perjuicios a las especies de importancia económica. Los países en desarrollo han lanzado el lema de cultivos totalmente libres de arvenses. Este principio lejos de ser beneficioso para los sistemas de producción, trae consecuencias irreparables al agro-ecosistema. Si las arvenses son plantas que forman parte del agro-ecosistema, lo más conveniente es manejarlas de la mejor forma posible con el objetivo de eliminar la competencia que estas ejercen contra la especie de importancia económica, pero a la vez evitar causar desequilibrio en el ecosistema.

La eliminación de las arvenses de los campos cultivados a veces obedece a un asunto estético o de prestigio para el productor, pero lejos de producir beneficios, induce daños irreparables en la ecología, en especial a componentes importantes, tal es el caso del suelo. Si se consideran los efectos dañinos al ecosistema, la eliminación de las arvenses en forma indebida ocasiona otro tipo de perjuicios en el orden fitosanitario, de consecuencias drásticas por los daños físicos irreparables y económicos que ocasiona (Altieri, 1983).

Los métodos de control de arvenses no pueden aplicarse de manera indiscriminada, es necesario un análisis minucioso al momento de decidir como hacerlo. Es evidente que todo dependerá de los recursos que estén a disposición para conseguir el manejo necesario. Para cumplir con los objetivos se utiliza un término que permite la utilización racional de los recursos de que se dispone. En lugar de control se usa el término manejo, el cuál resulta más adecuado puesto que no compromete a eliminar por completo las arvenses y además no causa deterioro en otros elementos integrantes del agro-ecosistema. Con estos elementos es posible que se manejen las arvenses, de forma tal que se logre:

- Disminuir el efecto depresivo de parte de las arvenses sobre la especie o las especies de importancia económica.
-

- Obtener beneficios del manejo adecuado de las arvenses.
- Evitar la inducción de daños en los otros recursos del agro-ecosistema, al aplicar medidas radicales para la eliminación de las arvenses.

Estas premisas sugieren que las arvenses deben manejarse adecuadamente para lograr de ellas las mayores ventajas posibles. Una forma puede ser, mejorando y manteniendo condiciones óptimas de los suelos, a la vez de alcanzar grados de protección fitosanitaria que es otro factor que incide de manera significativa en la productividad de las especies cultivadas.

Aunque las arvenses interfieren con el plan de producción agrícola global, algunas especies constituyen importantes componentes biológicos de los agro-ecosistemas, por lo que se les puede considerar elementos útiles en sistemas de uso de la tierra. Las arvenses interactúan ecológicamente con todos los otros sub-sistemas de un agro-ecosistema y son valiosas en el control de la erosión, la conservación de la humedad del suelo, formación de materia orgánica y nitrógeno en el suelo y preservación de insectos benéficos etc. (Altieri, 1987). Este análisis del papel de las arvenses como componentes ecológicos, conduce al desarrollo de estrategias para el manejo racional de los agro-ecosistemas. Un análisis objetivo de los problemas antes mencionados, contribuye a recomendar el manejo de arvenses, en contraposición con el concepto convencional de control de arvenses. El manejo de arvenses consiste en cambiar el equilibrio cultivo-maleza de modo que los rendimientos de los cultivos no se reduzcan económicamente.

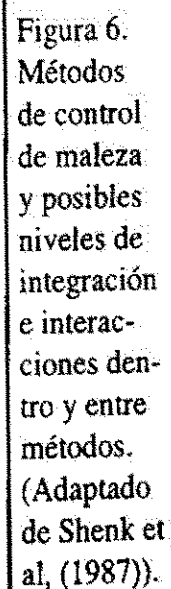
Manejo Integrado de Arvenses

En la época actual debemos hacernos la pregunta: Es posible que un cultivo produzca eficientemente sin la ayuda de herbicidas? Obviamente la respuesta es sí. Desde la aparición comercial de los herbicidas en los 1960s, se ha hecho un uso extensivo de ellos especialmente para manejar aquellas arvenses que no pueden ser controladas por implementos de tracción animal o por el hombre. Actualmente han despertado interés las alternativas no químicas, especialmente debido al daño ambiental que se ha ocasionado con el uso masivo de los plaguicidas. La protección ambiental contra los efectos dañinos que los herbicidas pueden ocasionar en ciertos casos y dadas ciertas circunstancias es parte de la filosofía del manejo integrado de arvenses.

Definición de Manejo Integrado de Arvenses

Por manejo integrado de arvenses (MIA), se entiende la aplicación de practicas mediante las cuales se limita el desarrollo e infestación de las arvenses hasta lograr que no causen perdidas económicas. Comprende todos aquellos métodos utilizados para reducir al mínimo la interferencia que las arvenses ejercen sobre el cultivo y sobre la

No puede generalizarse sobre una sola forma de MIA Tal como se indica en la Figura 6 (Shenk, *et al*, 1987), este es el resultado de la combinación de diferentes componentes, de los controles preventivo, biológico, cultural y químico, pero no necesariamente las cuatro formas de control deben constituir un MIA. *I.e.*, dentro de los controles no químicos, el control biológico ocupa la última categoría, ya que no se han utilizado mucho los insectos o patógenos para el control de arvenses en campos de cultivos anuales. En términos generales, estos programas son muy costosos para investigar y aplicar de manera sencilla. De acuerdo con lo anterior, el aporte de programas de control biológico al MIA ha sido reducido, en cambio el aporte de los programas de control químico siguen conservando importancia, aunque unos de los objetivos del MIA es disminuir su uso.



Componentes de un Manejo Integrado de Arvenses para una Situación Específica

Existen varios métodos para el manejo de las arvenses. La selección del método a aplicar en una situación en particular, depende de factores tales como el agro-ecosistema en que crece el cultivo, la topografía del área, la composición de la población de las arvenses, la variedad de cultivo utilizada, los costos etc. Varios autores definen cuatro métodos que se emplean e interrelacionan dentro del concepto de MIA: cultural, físico o mecánico, biológico y químico.

Factores a Considerar Para un Manejo Integrado de Arvenses

Para un MIA, básicamente son tres los factores que determinan la abundancia y predominancia en la composición florística de las poblaciones de arvenses en los campos cultivados: físicos, biológicos, y las prácticas culturales o agrícolas. Los factores físicos incluyen los relacionados con el clima y el suelo. Los biológicos incluyen principalmente características intrínsecas a las especies. Las prácticas agrícolas son, talvez, el factor que ha tenido efectos más notables sobre las poblaciones de arvenses.

Factores Físicos. Los factores climáticos y edáficos determinan en cierta medida la presencia, abundancia y distribución de las arvenses. Los factores climáticos importantes que guardan relación con la persistencia de las plantas son: luz, temperatura, viento, agua, humedad, y las características estacionales de ellos. Las arvenses como otras especies vegetales se adaptan a determinadas condiciones del ambiente. Unas se adaptan a condiciones de alta humedad, otras a zonas secas o zonas de trópico húmedo. Otras especies de arvenses pueden encontrarse en cualquier lugar donde se practique la agricultura, tales como especies de *Amaranthus* y *Chenopodium*. Los factores fisiográficos del suelo incluyen los edáficos y topográficos. Varios factores edáficos influyen en la persistencia de las arvenses: la capacidad de retención de humedad, textura, materia orgánica, aeración, temperatura, pH, entre otros. Los factores topográficos incluyen altitud, pendiente y la exposición al sol. Muchas especies de arvenses son indicadoras de la relación del suelo en el cual crecen. El crecimiento y desarrollo de las arvenses en un área dada son determinados por muchos factores diferentes a las propiedades físicas y químicas del suelo. Entre ellos están el historial del lote, la proximidad a fuentes de infestaciones, poblaciones de semillas en el suelo, disponibilidad de agua suplementaria, condiciones de la estación de crecimiento y el sistema de cultivo.

Factores Biológicos. Los factores biológicos comprenden principalmente los que son intrínsecos a las especies: dispersión, evolución y los cambios genéticos y el efecto de la especie cultivada.

Factores Intrínsecos a las Especies. Las siguientes son las principales características de las arvenses que contribuyen a su persistencia, aunque estas características no son comunes a todas las especies. Rápido crecimiento vegetativo, reproducción prolífica y temprana, latencia natural o que puede ser inducida en condiciones desfavorables, efectos alelopáticos, capacidad de acumulación rápida de materia seca, tiempo que las semillas permanecen viables en el suelo, entre otras.

La Dispersión. Los agentes más comunes de dispersión de las arvenses son: viento, agua, los animales y principalmente el hombre. La mayoría de las arvenses de importancia económica en América fueron introducidas por el hombre desde Europa y Asia. En general las especies introducidas juegan un papel importante como arvenses en todo el mundo.

Evolución y Cambios Genéticos. La manipulación del ambiente que se requiere para la producción agrícola, coincide con la sucesión secundaria. El hecho de que muchas especies sucesionales sean "oportunistas", ha facilitado su desarrollo como arvenses o como plantas de cultivo. La aceleración de los patrones sucesionales en los sistemas agrícolas (por ser estos muy dinámicos, con cambios repentinos y recurrentes) ha conducido a la selección de genotipos de arvenses con alta capacidad de competir. Además los genotipos productos del cruzamiento han sido una respuesta a las condiciones agrícolas continuamente perturbadas. Las arvenses han evolucionado junto con las plantas cultivadas y probablemente han tornado ventaja para su propia protección y dispersión.

Especie y Variedad Cultivada. Se ha encontrado asociación de ciertas especies de arvenses con determinados cultivos, por ejemplo *Physallis* sp con algodón y *Echinochloa colona* (L.) Link, con el arroz.

Factores Culturales o Prácticas Agrícolas. Las prácticas agrícolas han tenido efectos sobre las poblaciones de arvenses, en algunos casos reduciendo severamente algunas especies. A través de los años se han observado cambios en la flora de arvenses ligado a las técnicas culturales. Sin embargo, frecuentemente es difícil relacionar los cambios ocurridos en las poblaciones de arvenses con causas específicas, debido a que la agricultura esta caracterizada por cambios graduales y continuos y no por la introducción repentina de ciertos sistemas estables. Además de la dispersión-introducción de especies provenientes de otras áreas, regiones o latitudes y los cambios genéticos (mutación, recombinación e hibridación), la utilización y las prácticas culturales (labranza y sistemas de cultivos) son otros dos factores que pueden ocasionar cambios tanto en la composición florística, como en la densidad de las poblaciones de arvenses.

Fertilización y Manejo del Agua. En general, los cambios en el sistema de cultivo que incluyen cambios en la fertilización y manejo del agua pueden conducir a diferentes respuestas por parte de las especies de arvenses. En primer instancia, el cultivo que se siembre no parece ser determinante para que ocurran cambios en las poblaciones de arvenses de uno y otro ciclo de siembra, más bien las diferentes prácticas culturales

que se usan en uno y otro cultivo tienen su principal efecto sobre las poblaciones de arvenses.

Efecto de los Herbicidas. Son numerosos los casos relacionados con los cambios ocasionados en las poblaciones de arvenses por efecto del uso continuado de un mismo herbicida, o herbicidas con propiedades o efectos similares (generalmente del mismo grupo químico). En este caso, sucede que las especies de arvenses susceptibles al herbicida se reducen notablemente con el consiguiente incremento de las no susceptibles a dicho producto. El uso de mezcla de herbicidas e incluso la rotación de mezclas de estos productos puede prevenir esta situación al evitar la selección y predominancia de especies no susceptibles a los herbicidas aplicados. Por otra parte se da también el caso de la adquisición de resistencia genética de parte de las arvenses a herbicidas utilizados consecutivamente. La variación de la susceptibilidad a herbicidas entre poblaciones de una misma especie de maleza ha sido establecida para muchas especies. Es claro que la continua aplicación de un herbicida a poblaciones variables las cuales poseen genotipos resistentes o parcialmente resistentes puede crear una presión de selección a favor de los tipos resistentes.

La selección de las arvenses ocurre comúnmente cuando ciertos herbicidas han sido aplicados repetidamente en una misma área por muchos años. En Nicaragua se utiliza frecuentemente el herbicida *Bentazon* (Basagram), el cual se recomienda para el control de arvenses de hoja ancha y coyolillo (*Cyperus rotundus* L.). Los resultados de investigaciones realizadas en la Universidad Nacional Agraria (UNA) indican que el control de la especie *C. rotundus* es bastante deficiente con este herbicida, y cuando el tipo de enmalezamiento está compuesto por arvenses de hoja ancha se pueden controlar fácilmente especies en la familia Asteraceae, muy comunes en siembra tradicional de frijol común. Sin embargo, plantea nuevos problemas, ya que especies secundarias pasan a ocupar lugares primarias, i.e., especies de la familia Euphorbiaceae, como pastorcillo, (*Euphorbia heterophylla* L.), leche leche, (*Euphorbia hypericifolia* Millsp.), leche de sapo (*Chamaesyce hirta* (L.) Millsp.), lechosa (*Euphorbia gramineae* L.) cola de alacrán (*Acalipha alopecuroides*) y bleo (*Amaranthus spinosus* L.) de la familia Amaranthaceae.

Efectos de Labranza Reducida. Resultados de investigaciones indican facilidad para el manejo de arvenses bajo sistemas de labranza reducida. La práctica de cero labranza además de reducir los costos de producción y tener múltiples ventajas sobre los sistemas mecanizados, tiene influencia directa sobre las poblaciones de arvenses que se establecen. La flora de arvenses cambia, se reduce el número de individuos por especie, se reducen el número de especies, hay predominancia de gramíneas, y a mediano plazo, plantea problemas serios de arvenses bianuales y perennes, las cuales predominan después de un período de tres a cuatro años.

Efectos del Monocultivo. En la agricultura, es imposible encontrar monocultivos libres de arvenses. Un determinado cultivo, bajo determinadas prácticas de manejo y bajo un determinado ambiente, produce una vegetación específica de arvenses, la cual

ECOLOGIA DE LAS ARVENSES

es estable mientras perduren las mismas prácticas agronómicas implementadas en un inicio. Con el paso del tiempo las arvenses se adaptan tan firmemente que aumentan su capacidad de competencia en contra del cultivo. La siembra de frijol común en ciclos consecutivos permite que las arvenses se adapten a las prácticas que comúnmente se realizan en el cultivo, hasta permitir el establecimiento de una flora muy particular que acompaña siempre al cultivo. Bajo estas condiciones, el incluir un cultivo diferente en rotación permite romper el ciclo de las arvenses.

Efectos del Sistema Mecanizado. La incidencia de arvenses es más notoria y de mayor importancia en sistemas mecanizados. El control mecánico fomenta el crecimiento de plantas nocivas y la evolución de nuevas especies de arvenses. Los cultivos y labranzas de suelos, no solo permiten una mayor diseminación de estructuras vegetativas de arvenses perennes, sino que también representan una mayor posibilidad de germinación de las semillas de arvenses a menos que ellas sean enterradas a través de labores profundas. Generalmente, éstas especies son anuales y difieren de las especies de vegetación natural adyacente. Es rica en especies, pero sus densidades son bajas o medias.

En situaciones de mediano productor donde predomina la especie *C. rotundus*, el manejo que se realiza se basa en la “buena preparación del suelo”, la cual incluye labores repetidas de arado y grada. Esta labor expone el suelo a la erosión y rompe las cadenas de tubérculos del coyolillo. Con esto se rompe también la dominancia apical, estimulando los tubérculos dormantes. Al final obtendremos mayor número de plantas de coyolillo que las iniciales. Se ha demostrado claramente que la utilización de esta práctica es beneficiosa para el establecimiento de ésta maleza. Al momento de la siembra cuando el frijol emerge, el coyolillo sobrepasa al cultivo, y las poblaciones que se establecen son numerosas. Evidencias claras indican que la práctica de cero labranza en combinación con herbicidas quemantes es la mejor cuando hay predominancia de estas especies. Bajo estas condiciones, el coyolillo crece después de la planta de frijol, permitiendo que el cultivo cierre calle, no permitiendo el posterior desarrollo de la maleza.

La deshierba de las arvenses con azadón y maquinaria posterior a la siembra es el método comúnmente utilizado por los agricultores. Estas operaciones se efectúan generalmente cuando las condiciones lo permiten y casi siempre sin tener en cuenta las especies de arvenses y su estado de desarrollo. Las labores mecánicas efectuadas en suelos cuya humedad y fertilidad son buenas, por lo general aumentan la densidad de especies perennes que se reproducen vegetativamente como *Cyperus rotundus* L. y *Cynodon dactylon* (L.) Pers, al cortar las estructuras vegetativas rompiendo la dominancia apical. La labranza continua agota la reserva de semillas de arvenses en el suelo debido a que la remoción del suelo induce una mayor germinación de las mismas. Este agotamiento del banco de semillas está relacionado con la frecuencia de perturbación del suelo.

Otro ejemplo es el de la producción tradicional de granos básicos donde se utiliza el arado de bueyes. Bajo esta condición predominan especies anuales de hoja ancha como: la flor amarilla, (*Melampodium divaricatum* (L.E. Rich) DC.) el totolquelite (*Melanthera aspera* (Jacq) L.C.) el mozote de clavo (*Bidens pilosa* L.) y otras.

Efectos de la Rotación de Cultivos. Con el objetivo de reducir la densidad de las arvenses en general o de una especie en particular, se ha utilizado la rotación de cultivos en combinación con tratamientos mecánicos y químicos de control, obteniéndose los resultados deseados. En general, si una misma medida de control se aplica repetidamente, no resulta eficaz a largo plazo para reducir la densidad de las diferentes especies de arvenses. Puede ser que disminuya la densidad de una especie, pero aumente la de otras.

Aspectos Socio-Económicos. Otro factor que debe considerarse al realizar un manejo integrado de arvenses es el nivel socio-económico del agricultor. Por ejemplo, la disponibilidad de recursos económicos puede constituirse en el factor determinante sobre la decisión sobre el uso de herbicidas. La escasa disponibilidad de mano de obra en una región también puede ser el factor determinante para esta decisión. La influencia socio-cultural de campañas de protección del medio ambiente inclinaría la decisión por prácticas de control cultural-físico.

Relación entre Plagas y Arvenses

Algodón. Mosca blanca-Virus. Los virus que trasmite la mosca blanca, se transmiten también a algunas arvenses, principalmente las del género *Sida*, por tanto el manejo de estas especies adquiere singular importancia en el manejo integrado de la producción del cultivo del algodón. Durante el establecimiento y en los días iniciales del desarrollo del cultivo se mantiene vigilancia sobre estas especies, principalmente: *Sida* spp, *Datura stramonium*, por ser reservorios de virus y *Lantana camara* (cuasquito); *Melampodium divaricatum* (flor amarilla); *Thitonia rotundifolia* (Jalacate de monte) por ser hospederos de mosca blanca.

***Spodoptera* spp.** Las especies del género *Spodoptera* proliferan como focos en ble-do (*Amaranthus spinosus*) y verdolaga (*Portulaca oleraceae*). Observaciones visuales han indicado la preferencia de estas especies por dichas arvenses, en vez del algodón. Con esta base es posible utilizar estas plantas como cultivo trampa, facilitando el manejo de la plaga en las plantaciones de algodón.

Maíz-Cogollero. (*Spodoptera frugiperda*). En plantaciones de maíz donde proliferan especies poaceas como: *Digitaria sanguinalis* (manga larga) y *Eleusine indica* (pata de gallina), se ha encontrado gran preferencia del cogollero (*Spodoptera frugiperda*) hacia esas especies, en caso de un deshierbe, el ataque a las plantas de maíz de parte

del cogollero es inminente, lo mas recomendable en esta situación es dejar franjas de arvenses en fajas o en las hileras para concentrar las plagas en las arvenses y evitar el daño al cultivo.

Sorgo - Mosquita del sorgo (*Contarinia sorghicola*). La mosquita del sorgo puede ser controlada por un solo método cultural, se trata de la siembra sincronizada, con periodo de veda entre cultivos. El invasor (*Sorghum halepense*) es un hospedero alerno importante de la mosquita, si esta planta esta presente no existe período de veda, la mosquita permanecerá en el ambiente. Lo mismo sucede con sorgos voluntarios, lo que ejemplifica, cuando una planta de cultivo puede tener un efecto dañino.

Frijol. La verdolaga (*Portulaca oleraceae*) y el bleo (*Amaranthus spinosus*) son hospederos importantes de *Estigmene acrea*, (gusano peludo). Estas arvenses pueden servir como fuente de infestación si se dejan alrededor de los campos de frijol. La pega-pega (*Desmodium tortuosum*) es hospedero alerno del picudo de la vaina del frijol (*Apiom godmani*) en Estelí, Nicaragua.

La langosta medidora (*Moscis latipes*) tiene preferencia marcada sobre arvenses poaceas, es posible permitir el control del invasor (*Sorghum halepense*) en plantaciones de frijol, cuando hay presencia de esta plaga en el campo. Referencias de otros países muestran resultados de estudios en este sentido, Altieri et al (1976) realizaron estudios en CIAT, Colombia, encontrando que el saltahoja (*Empoasca kraemieri*) ataca en menor intensidad al cultivo si hay presencia de arvenses en el campo. Las poblaciones de crisomélidos son menores, cuando se siembran cultivos intercalados de frijol y una poaceae, o cuando se dejan arvenses poaceas en los bordes del campo. La especie *Calopogonium muconoides* es hospedero alerno de crisomélidos, por tanto puede servir como fuente de infestación.



Figura 7. La presencia de arvenses en un campo cultivado intensifica la presencia de insectos benéficos que actúan como reguladores de plagas.

CAPITULO V

COMPETENCIA MALEZA-CULTIVO

Pérdidas Ocasionadas por las Malezas

De forma general podemos mencionar que existen tres grupos de plagas que afectan la producción de los cultivos: las enfermedades de las plantas (hongos, bacterias, virus, etc.), las plagas (insectos, nemátodos, roedores, etc.) y por último las malezas. Se han realizado estudios continuos para evaluar las pérdidas que ocasionan anualmente cada uno de estos grupos de plagas. Estos estudios han llevado a la conclusión que las pérdidas anuales ocasionadas por las malezas exceden de las causadas por cualquiera de los otros dos grupos. Otros afirman que las pérdidas causadas por las malezas superan a las ocasionadas por los otros dos grupos en su conjunto.

Las pérdidas en rendimiento debido a la competencia de las malezas se han estimado en un 100 por ciento en granjas mal administradas y en un 25 por ciento en aquellas en las cuales se desarrollan prácticas tendientes a reducir el efecto de las mismas. Debido al control inadecuado de las malezas la producción mundial sufre una reducción del 30 por ciento.

Cramer (1967) hizo una estimación que daba 9.9 por ciento de pérdida en el rendimiento potencial del cultivo (dato teórico). Este dato al llevarlo a la realidad nos arroja un porcentaje de 14.6 por ciento de pérdida en la producción potencial del cultivo.

Las pérdidas causadas por las malezas las podemos dividir en dos categorías: pérdidas directas debido a la reducción del rendimiento potencial, que incluye el rendimiento como tal, dificultad para la cosecha, limpieza del producto y la pérdida de calidad que puede experimentar el mismo, y pérdidas indirectas dentro de las cuales se incluyen los costos de los métodos de control usado, la depreciación de la tierra, etc.

Interferencia

Se usa el término interferencia para denotar los efectos de la competencia y la alelopatía. En la práctica es difícil diferenciar entre los efectos de la competencia por recursos y los efectos ocasionados por productos de descomposición y exudados alelopáticos. Por tanto, mientras los estudios de interferencia no diferencien claramente los

efectos de competencia y alelopatía, el resultado negativo de la asociación de plantas es referido principalmente a la competencia.

Alelopatía

La mayoría de las definiciones de competencia toman en consideración que las plantas compiten por factores de crecimiento tales como: agua, nutrientes, luz, oxígeno y dióxido de carbono. Sin embargo, la mayoría de los autores no incluyen en la definición la posibilidad de que las plantas al crecer pudiesen afectar o cambiar el ambiente de su vecino. Entre estos cabe destacar la producción de sustancias tóxicas que retrasan el crecimiento de la planta cultivada. Este fenómeno denominado **alelopatía** ha sido estudiado por numerosos investigadores en los últimos años, confirmando plenamente este efecto, el cual no puede ser explicado por la competencia. Un ejemplo muy común es el efecto del coyolillo (*Cyperus rotundus* L.) sobre las plantas de maíz.

Las plantas son capaces de segregar sustancias al medio ya sea por sus raíces, como por su parte aérea. Estas sustancias pueden ser tóxicas, estimulativas o inocuas sobre el desarrollo de otras. Este proceso de liberación de sustancias se extiende hasta la descomposición misma de las partes vegetales de la planta (residuos) en el suelo.

Las sustancias tóxicas liberadas al medio por parte de las malezas son dañinas para las plantas cultivadas, pero también puede suceder lo inverso, no se puede asumir que las plantas cultivadas no pueden tener efecto similar sobre las malezas. De igual forma, una planta puede liberar sustancias tóxicas al medio, las cuales pueden resultar dañinas para algunas plantas y estimulantes para otras.

Desde el punto de vista práctico, lo importante es conocer el efecto de los residuos vegetales de malezas y plantas cultivadas sobre la planta a cultivar en una secuencia de cultivos, con el fin de prever los posibles efectos dañinos por exudados alelopáticos. Debe considerarse también el efecto alelopático de algunos cultivos intercalados y de coberturas vivas sobre el complejo de malezas. *e.g.*, la utilización de *Zebrina pendula* (cucaracha) en cafetales prevé la aparición de numerosas malezas, a la vez de ser un excelente protector del suelo.

Competencia

La competencia por recursos (luz, agua, nutrientes, CO_2 , O_2) es la mejor forma para explicar la mayoría de los efectos entre asociaciones de plantas de corta vida, que crecen en campos cultivados (malezas y cultivo). Esta competencia entre individuos de diferentes especies se denomina competencia inter específica. Sin embargo, la competencia también puede realizarse entre individuos de la misma especie, denominándose a esta última, competencia intra específica.

Definición de competencia. El resultado de la relación entre dos organismos S1 y S2, que están lo suficientemente cerca para interactuar entre si puede ser de tres tipos. El efecto de S1 sobre S2 puede ser positivo (estimulante), negativo (depresivo) o neutral y viceversa. Cuando los dos organismos no están lo suficientemente cerca para interactuar es inexistente el efecto de uno sobre el otro.

La interacción en la cual el efecto de S1 sobre S2 es negativo, ha sido llamado competencia. El significado del término competencia es controversial entre los científicos. Una definición condensada puede ser la siguiente: "competencia ocurre cuando cada uno de dos ó mas organismos buscan las cantidades que ellos desean de cualquier factor o cosa en particular y la inmediata disponibilidad del factor o cosa esta por debajo de la demanda combinada de los organismos".

Otra definición de competencia es la siguiente: "competencia esencialmente incluye una planta y su respuesta a las modificaciones del ambiente causado por la presencia de otras plantas dentro del ambiente". Los efectos de alelopatía no se incluyen en estas definiciones de competencia, para englobar a ambas, se usa el término interferencia.

Factores de competencia. La palabra competencia se usa para denotar la influencia desarrollada por unas plantas sobre otras que crecen en asociación. Esta influencia permite que algunas plantas, o todas las plantas de la comunidad reduzcan su crecimiento, lo cual es evidente si las comparamos con plantas que crecen aisladas.

Las plantas que se establecen con amplios espaciamientos (plantas sencillas, aisladas) manifiestan todo su potencial de crecimiento y desarrollo, contrario sucede con plantas que crecen cerca unas de otras (plantas agrupadas), las cuales modifican el medio ambiente con respecto a los recursos para el normal crecimiento.

Los efectos se hacen perceptibles de la siguiente manera: se reducen recursos por individuo: luz (sombreo), agua, nutrientes, CO₂, O₂, etc.

Por modificación en otras formas, físicamente: temperatura y estructura del suelo. Químicamente: al producir sustancias biológicamente activas (exudados alelopáticos, productos de descomposición etc.).

Factores Importantes en el Resultado de la Competencia entre Plantas

De todos los aspectos que comprende el manejo de arvenses, la competencia es uno de los mas difíciles de estudiar, pues son muchos los factores incluidos en ella. La característica principal de la competencia de las arvenses es que se lleva a cabo de manera sutil, sin evidencia alguna. Además constituye un fenómeno irreversible, las mermas en los rendimientos producto de una competencia inicial puede significar hasta una reducción de 50 por ciento, sin que un posterior control haga recuperar dicha pérdida.

Con referencia al espacio

Densidad. Es el número de individuos por unidad de área. La densidad esta influenciada por: la cantidad de semilla al momento de la siembra, por la densidad de plantas que se establece en el campo y, en algunos casos, por la densidad que resulta después del raleó.

Distribución horizontal: La distribución horizontal esta influenciada por el espaciamiento entre los surcos, la distribución dentro del surco y los espacios debido a mortalidad de las plantas por diversos factores.

Con respecto al tiempo

Los factores con respecto al tiempo que tienen influencia sobre la competencia son: el tiempo relativo de emergencia y la tasa de crecimiento relativo.

Con respecto a factores externos del medio ambiente

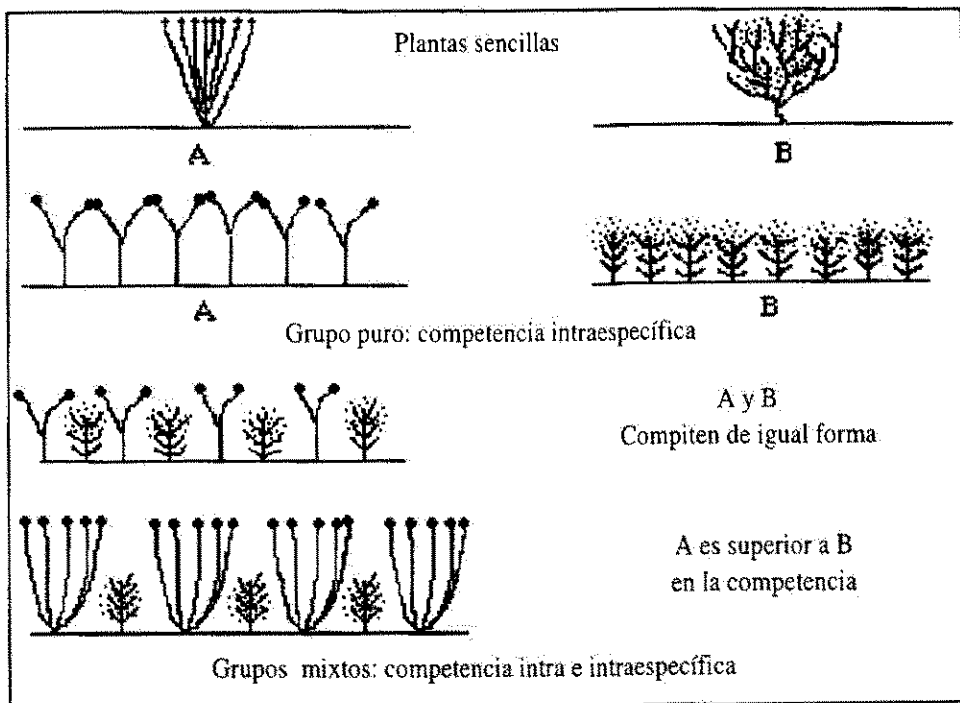
Los factores externos del medio ambiente tienen efecto sobre el resultado de la competencia, dentro de estos destacan: las condiciones nutricionales, temperaturas, etc.

Efectos de la reducción de recursos por planta individual

En condiciones de agrupamiento de plantas, el efecto sobre plantas individuales es básicamente: reducción del tamaño de la planta (en general), y baja producción de biomasa por individuo. La baja producción de biomasa es resultado de la reducción de: tamaño individual de tallos y raíces, número de tallos y ramas, número de flores, número de frutos y semillas, tamaño de las semillas (influenciado moderadamente).

Se incrementa la mortalidad de partes de la planta y de plantas enteras. Existe desproporción en diferentes partes de las plantas ie: tallo - raíz, brotes - hojas, órganos vegetativos - órganos generativos.

La competencia por recursos tendrá su efecto sobre el rendimiento de la planta cultivada. éste se vera afectado en cantidad (reducción del rendimiento) y en la calidad. Por lo general el producto cosechado se vera afectado en tamaño, y no será apto para la reproducción.



Efecto de Arreglos de Plantas en el Resultado de la Competencia

Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento de los cultivos. Al considerar que la competencia entre plantas es el resultado de la cercanía existente entre unas y otras, los efectos de competencia pueden ser descritos como una función de la densidad de plantas. El número de plantas en una asociación cambia con el tiempo, esto es un resultado de la mortalidad. En la mortalidad tienen efecto múltiples factores, uno de ellos es la plasticidad, que es la repuesta de las plantas al agrupamiento, permitiendo que sobrevivan únicamente las más vigorosas. También influyen plagas, enfermedades, etc.

En la Figura 8, se muestran los cambios en el rendimiento del cultivo por efecto de la densidad de plantas. Se indica que a bajas densidades de plantas, el rendimiento por área se reduce, sin embargo, a medida que se incrementa la densidad de plantas el rendimiento por unidad de área se aumenta, hasta un punto óptimo, después del cual el rendimiento se reduce ligeramente. Contrario sucede con el rendimiento y acumulación de materia seca por planta, en esta situación las plantas individuales a altas densidades reducen sustancialmente la producción de biomasa por planta.

Al incrementar la densidad de plantas de un cultivo, se da un incremento en la competencia, originando gradualmente plantas de menor tamaño. Al incrementar la cantidad de semilla, incrementamos la densidad de plantas. En un monocultivo libre de arvenses (grupo puro) origina un incremento en la competencia intra específica.

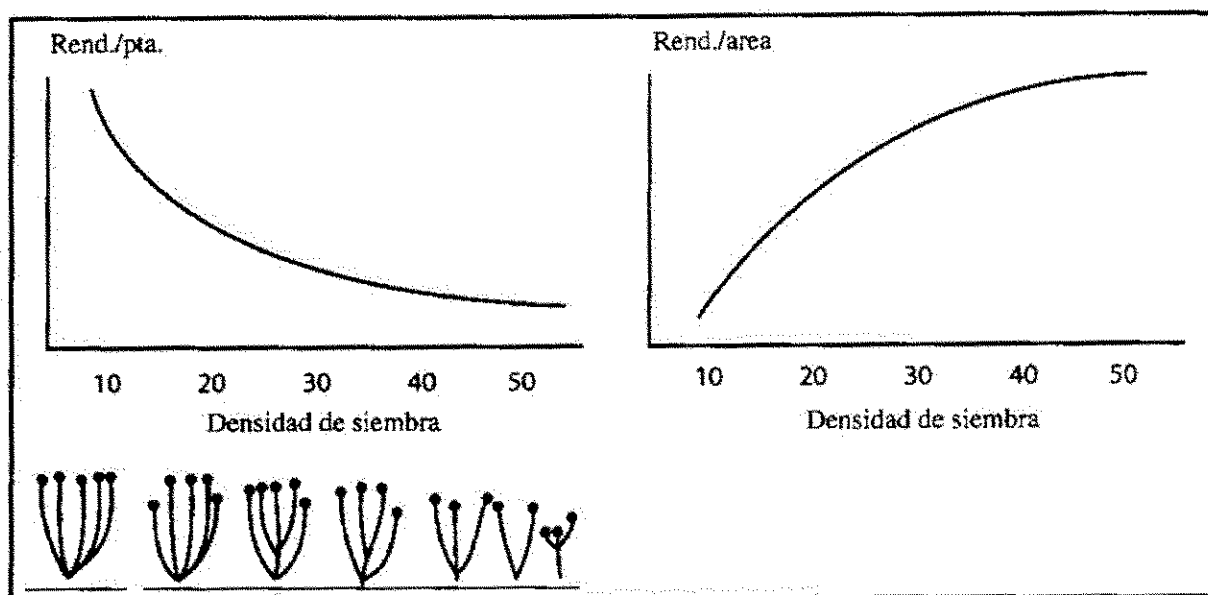


Figura 8. Rendimiento del cultivo bajo densidades crecientes de plantas. Condiciones de competencia ínter específica (Adaptado de Hakansson, 1983).

Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento de las arvenses. El efecto de la densidad de plantas sobre el rendimiento de las arvenses, se muestra en la Figura 9. Estas se ven afectadas significativamente en el peso seco acumulado por unidad de área y en el peso y tamaño por individuo, cuando se incrementa la densidad de plantas. Al incrementar la cantidad de semilla del cultivo al momento de la siembra, en presencia de las arvenses, se da un incremento en la competencia intra específica e ínter específica.

El número total de individuos de arvenses (abundancia) que emergen en un cultivo anual no es influenciado durante los primeros estadios de la planta cultivada, sin embargo al final, la densidad de la planta cultivada afecta el número total de arvenses que se establecen por unidad de área.

Factores que modifican el efecto de la densidad de siembra. El efecto de la densidad (cantidad de semilla del cultivo al momento de la siembra) es modificado por muchos factores, entre estos destacan: la distribución horizontal de las plantas (semillas), la cual incluye el espaciamiento entre los surcos y la distribución dentro del surco. Los factores climáticos también modifican la densidad de siembra e.g., agua, nutrientes, temperatura, etc. y el tiempo relativo de emergencia de las plantas en la asociación y los factores que lo afectan.

Efecto de la distribución horizontal de las semillas del cultivo. Al referir la distribución horizontal de las semillas del cultivo (arreglo de las plantas en el campo) se toma en consideración dos aspectos importantes: el espaciamiento entre surcos y la distribución dentro del surco. En condiciones de distribución uniforme de la semilla, se espera un mejor desarrollo de la planta cultivada en detrimento de la maleza. El manejo

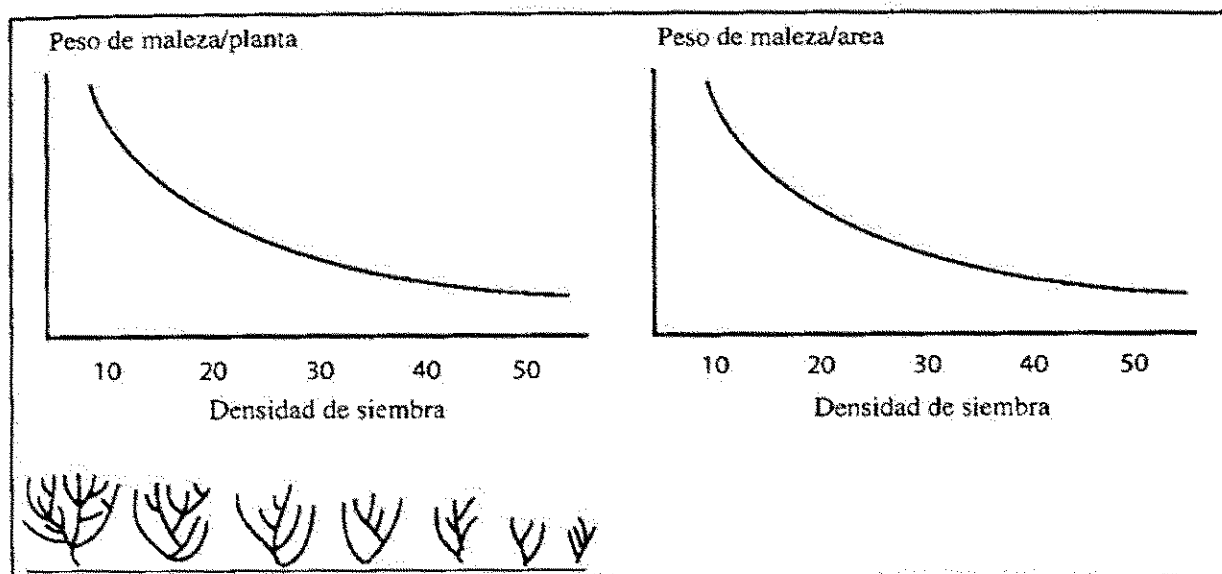


Figura 9. Producción de biomasa de arvenses bajo diferentes densidades de la planta cultivada (condiciones de competencia ínter específica) (Adaptado de Hakansson, 1983).

de la distribución horizontal permite manejar el cubrimiento del terreno disponible. Es de conocimiento que existe una menor competencia cuando el cultivo cierra calle.

Efecto sobre el cultivo: como se muestra en la Figura 10-A, el rendimiento del cultivo por unidad de área decrece a medida que se aumenta la distancia entre los surcos. El mayor rendimiento se obtiene en espaciamientos angostos, ya que de esta forma se permite una distribución equidistante entre las plantas.

Datos experimentales mostrados en el Cuadro 7, indican el efecto de espaciamientos entre surco sobre el rendimiento de grano de frijol común (densidad constante). Se obtuvo un mayor rendimiento de grano cuando se plantó el cultivo a 30 cm. entre las hileras. Esto es producto del mejor cubrimiento del terreno a las menores distancias entre surco. Con estos resultados es posible indicar que el frijol común puede restringir el crecimiento de las arvenses cuando se le ofrecen condiciones para el "cierre", lo que reduce el efecto negativo de las mismas al momento de la cosecha.

Efecto sobre la maleza: el efecto del espaciamiento entre surcos -utilizando una cantidad de semilla constante- sobre el peso de las arvenses por unidad de área, es mostrado en la Figura 10-B. Como se nota, hay un incremento considerable en el peso de la maleza al aumentar la distancia entre los surcos.

También se ha encontrado que la composición de la flora adventicia llega a variar relativamente poco con el aumento creciente de las distancias de siembra entre las hileras de los cultivos.

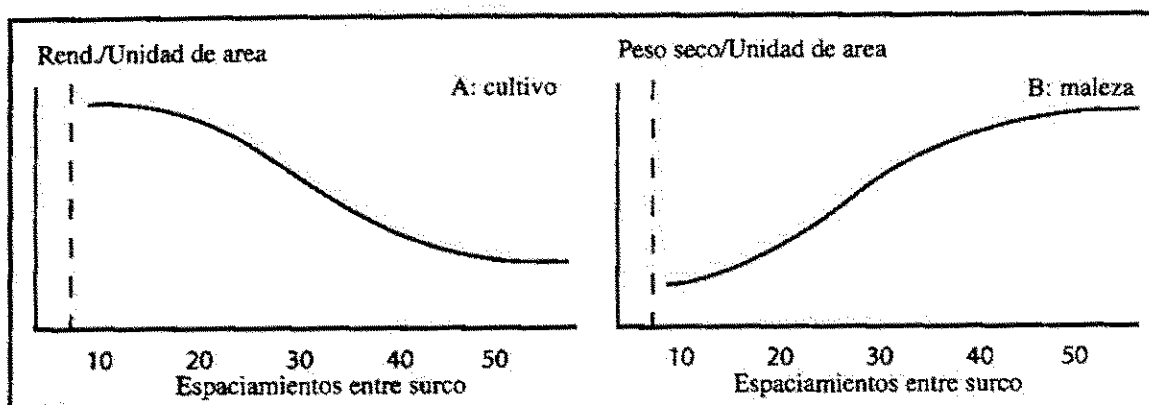


Figura 10. A. Rendimiento por unidad de área de cultivo a espaciamientos crecientes entre surco. B. Biomasa de arvenses bajo espaciamientos crecientes entre surco (densidad del cultivo constante).

Cuadro 7. Rendimiento de frijol (kg ha^{-1}) en función de la densidad de población y las distancias entre las hileras (Adaptado de Vanegas, 1986).

| Distancia entre hileras (cm) | Densidad de plantas por hectárea | |
|---------------------------------|----------------------------------|---------|
| | 238 000 | 476 000 |
| 30 | 893 | 897 |
| 60 | 783 | 814 |

Distribución de la semilla dentro del surco. La distribución uniforme o desuniforme de la semilla en los surcos tiene su efecto sobre la ocurrencia de las arvenses. En el Cuadro 8, se ilustra el efecto de la distribución de las semillas en el surco, cuando se utiliza el mismo espaciamiento entre los surcos. Los resultados indican el aumento considerable en el número de arvenses y peso seco de las mismas cuando hay una distribución desuniforme de las semillas dentro del surco.

| | Rendimiento de grano | Peso de malezas |
|--|----------------------|-----------------|
| Espaciamiento (5 cm) • • • • • | 100 | 100 |
| Espaciamiento (10 cm) • • • • • | 99 | 106 |
| • • • • • | 98 | 121 |
| • • • • • | 95 | 138 |
| • • • • • | 93 | 169 |
| Cantidad de semilla: constante Espaciamiento: 5 cm. = 5 cm. en el surco | | |

Cuadro 8. Efecto de la ocurrencia de las arvenses, como resultado de la distribución uniforme y desuniforme de la semilla del cultivo en el surco (Adaptado de Hakansson, 1983)

Cantidad de semilla (densidad de siembra) y espaciamientos entre surcos.
Efecto sobre el rendimiento del cultivo. La Figura 11-A muestra el efecto teórico de espaciamientos entre surcos y cantidad de semilla utilizada para la siembra, sobre el rendimiento de los cultivos. Aquí se incluyen espaciamientos y cantidades de semillas extremas para ilustrar claramente la naturaleza de la relación. Al incrementar la cantidad de semilla para la siembra utilizando amplios espaciamientos, el rendimiento de grano se reduce sustancialmente, contrario sucede cuando se utilizan espaciamientos angostos y altas cantidades de semilla, situación que permite que el cultivo alcance el máximo rendimiento.

En la Figura 11-B se indica el rendimiento teórico obtenido cuando se aumentan los espaciamientos entre surcos y se varía la cantidad de semilla para la siembra. En este caso, el rendimiento máximo se logra a espaciamientos reducidos entre surcos y a la máxima cantidad de semilla utilizada para la siembra.

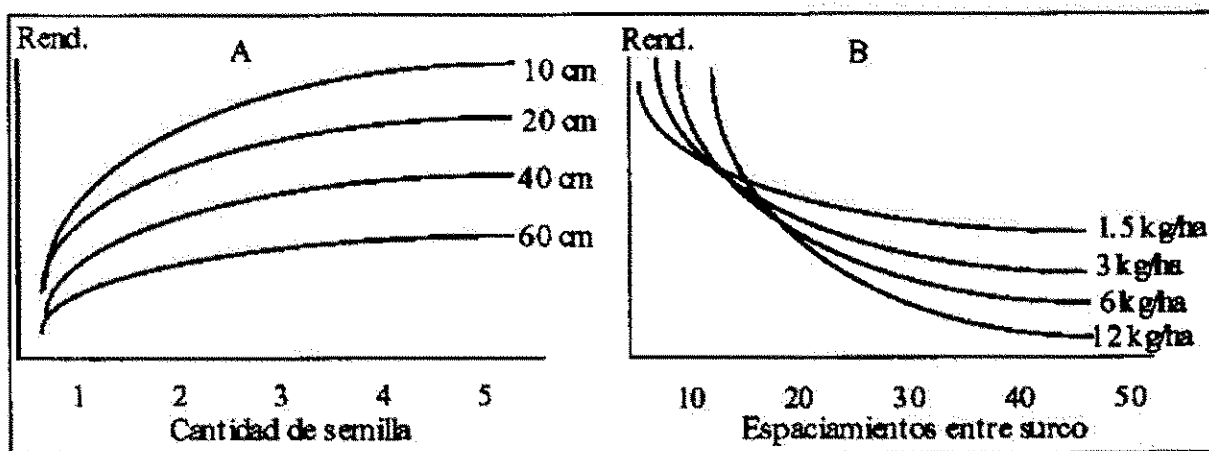


Figura 11. A. Relación entre rendimiento y cantidad de semilla a espaciamientos crecientes entre surco sobre el rendimiento del cultivo. B. Relación entre rendimiento y espaciamientos entre surco a densidades crecientes de plantas sobre el rendimiento del cultivo (Adaptado de Hakansson, 1983).

Efecto sobre el peso seco de la maleza. En la Figura 12-A, se muestra el efecto de espaciamientos y densidades de siembra sobre el peso seco de la maleza. En todos los espaciamientos entre surcos, el peso de la maleza se reduce al incrementar la densidad de siembra. Los mayores valores de peso seco de la maleza se obtienen a espaciamientos amplios y bajas densidades de siembra.

En la Figura 12 -B, se indica el efecto de incrementar el espaciamiento entre surcos sobre el peso de las malezas. El peso de la maleza se incrementa considerablemente a medida que se aumentan los espaciamientos entre surcos, alcanzando el valor máximo cuando la cantidad de semilla del cultivo es menor.

En ambos casos -espaciamientos y densidades de siembra- la diversidad de las arvenses es ligeramente influenciada. El efecto negativo se centra básicamente en la acumulación de peso seco, que es lo que define realmente la agresividad de una male-

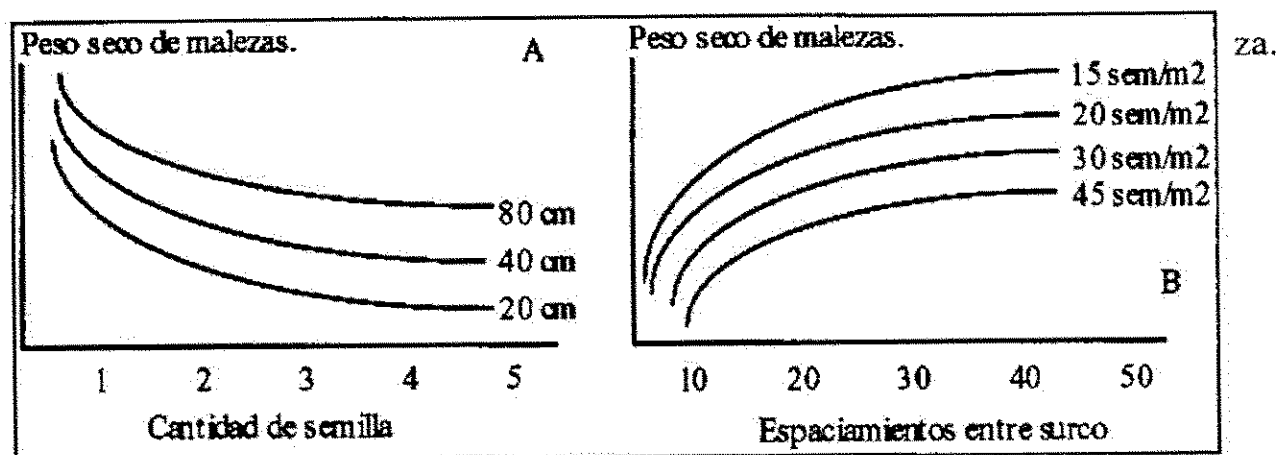


Figura 12. A. Relación entre rendimiento y cantidad de semilla a espaciamientos crecientes entre surco sobre el peso de las arvenses. B. Relación entre rendimiento y espaciamientos entre surco a densidades crecientes de plantas sobre el peso de las arvenses (Adaptado de Hakansson, 1983).

Efecto del Tiempo Relativo de Emergencia de las Plantas Cultivadas

Las plantas cultivadas y las arvenses no emergen de manera simultánea. Las arvenses aparecen en diferentes momentos e incluso el cultivo puede tener un extenso periodo de emergencia. Estas diferencias en el tiempo de emergencia entre las plantas que compiten en una asociación, permite mejores condiciones de desarrollo para las que emergen inicialmente y dificulta el desarrollo para las que aparecen tardíamente.

En nuestras condiciones existen variedades de frijol común, *e.g.*, variedades mejoradas, la cual tiene un tiempo de emergencia menor que otras variedades, *e.g.*, rojo nacional. Esta condición permite una ventaja sustancial en contra de las arvenses, ya que en asociación maleza-cultivo las plantas que se establecen inicialmente son las que al final tendrán éxito.

Es posible lograr condiciones favorables en el tiempo de emergencia de las plantas cultivadas con relación a las arvenses, por medio de métodos de preparación de suelos y técnicas de siembra. Estas últimas deben ser componentes importantes en el manejo de las arvenses. En el Cuadro 9, se indica el efecto de retardar la siembra de un cultivo sobre la aparición de las arvenses.

Cuadro 9. Tiempo relativo de emergencia y cantidad de arvenses anuales que se establecen en un cultivo a diferentes densidades del cultivo. A: 250 semillas m^{-2} y B: 500 semillas m^{-2} (Adaptado de Hakansson, 1983)

| Retardo en la siembra del cultivo | Peso seco | | | |
|-----------------------------------|-----------|--------|--------|--------|
| | A | | B | |
| | Cereal | maleza | Cereal | maleza |
| 0 días | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 3 días | 16 | 196 | 87 | 252 |
| 0 días | 40 | 349 | 44 | 548 |
| 12 días | 19 | 442 | 26 | 126 |

Peso de partes aéreas de las plantas.

Efecto de la Profundidad de Siembra del Cultivo

La profundidad a la cual se siembran los cultivos, conduce a que la emergencia de las plantas sea gradualmente retardada, permitiendo con esto, que las reservas de la semilla sean utilizadas antes de la emergencia, esta situación reduce la energía necesaria para la formación de órganos. La explicación anterior se ilustra en la Figura 13, donde se indica el contenido de materia seca en los tejidos aéreos de las plantas cultivadas después de la germinación de la semilla a diferentes profundidades (1, 2, 3, 4), aquí se indica la influencia de la profundidad de siembra y como consecuencia el agotamiento de las reservas de las semillas, lo cual conduce a plantas de pobre desarrollo que permiten ventajas sustanciales para la maleza.

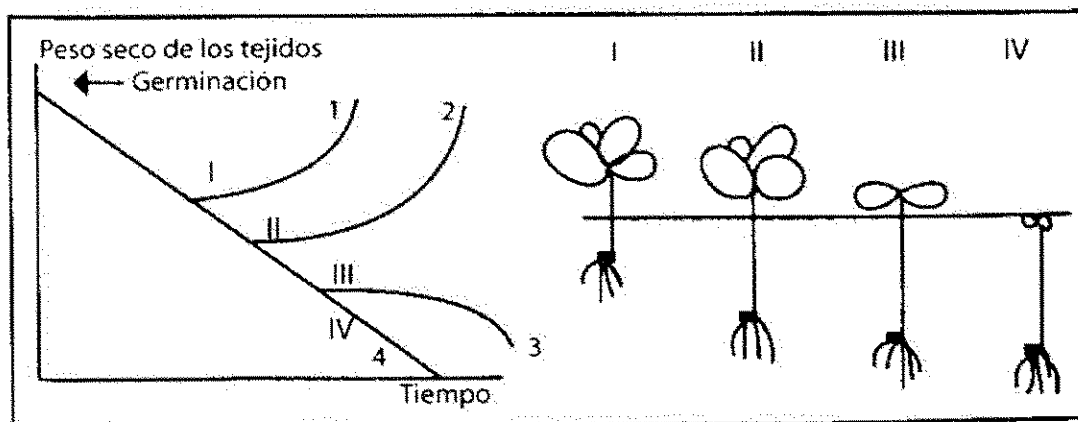


Figura 13. Efecto de la profundidad de siembra de los cultivos sobre la emergencia de la planta cultivada (Adaptado de Hakansson, 1983).

En el Cuadro 10, se enuncia el efecto de la profundidad de siembra, sobre el tiempo relativo de emergencia de la planta cultivada. El peso seco de las arvenses y la reducción del rendimiento del cultivo atribuido a las arvenses. El efecto de la profundidad de siembra medido en suelo con humedad en todos los estratos. Las arvenses presentes son anuales espontáneas emergiendo del banco semillas presentes en el suelo.

Los datos presentados indican que a mayor profundidad de siembra, el tiempo de emergencia del cultivo se retarda sustancialmente. Esto permite el establecimiento de grandes cantidades de arvenses, las cuales por lo general emergen de las capas superficiales del suelo. Con los resultados mostrados, es importante recalcar que la profundidad de siembra de los cultivos no debe exceder más allá de lo necesario.

Cuadro 10. Efecto de la profundidad de siembra de un cultivo sobre el tiempo de emergencia, peso seco de arvenses y reducción del rendimiento por efecto de las arvenses (Adaptado de Hakansson, 1983)

| Profundidad de siembra | Tiempo de emergencia del 50 % de población del cereal | Arvenses (peso seco) | Reducción del rendimiento atribuido a las arvenses |
|------------------------|---|----------------------|--|
| 2 cm | 4.9 | 100 | 18 |
| 5 cm | 6.2 | 174 | 36 |
| 8 cm | 7.2 | 225 | 40 |

Efecto del Tiempo Relativo de Emergencia de las Plantas que se Desarrollan en Asociación

La amplia y rápida emergencia de las arvenses después de la labranza, es determinada por un gran número de factores que tienen influencia sobre la dormancia y activación de las semillas de arvenses en el suelo. Las diferencias en el rompimiento de la dormancia no solamente son causadas por las condiciones presentes, la rapidez de las semillas de arvenses para germinar en la cama de siembra, también depende grandemente de las condiciones ambientales previas. Factores medio-ambientales (latencia inducida) y factores de hábitat (latencia forzada) previenen la germinación, induciendo una nueva dormancia en semillas donde la dormancia innata ha sido rota.

Efecto del Material de Siembra y Practicas Agronómicas sobre la Competencia entre Cultivo y Arvenses

Hasta el momento se han discutido una serie de factores que tienen influencia sobre el resultado de la competencia, muchos de ellos pueden ser controlados por el agricultor, e.g., cantidad de semilla, espaciamientos entre surco, etc., Otros factores pueden

ser influenciados únicamente de forma parcial, e.g., las propiedades de la semilla. La humedad y las condiciones del suelo para la siembra, pueden ser parcialmente controladas, sin embargo, pueden ser algunas veces influenciadas en una dirección favorable al tomar en consideración el tiempo, métodos de labranza y condiciones climáticas.

Debido a la compleja interacción de los diferentes factores, la competencia y la producción expresada como una función de un factor individual, varía cuantitativamente. Hay que considerar que la interacción de los diferentes factores discutidos hasta este momento, determinan en gran medida la magnitud de la competencia y la posibilidad de retardar lo mas posible las prácticas de control de arvenses.

Efecto del Tipo de Cultivo y Rotación de Cultivos

La selección de un determinado cultivo es de importancia para influenciar el desarrollo de las arvenses. La fecha de siembra y el ritmo de desarrollo de un cultivo es decisivo para definir si las semillas u órganos vegetativos de las arvenses presentes en el suelo o traídos de otras partes, puedan desarrollar competencia en contra de nuestro cultivo. En el Cuadro 11, se indican resultados experimentales sobre la abundancia de arvenses encontradas en diferentes cultivos. Como se observa, existen diferencias porcentuales significativas entre los grupos de arvenses en cada uno de los cultivos.

La selección del cultivo en un determinado año y la rotación o secuencia de cultivo es decisiva para definir cuales especies se establecerán de forma vigorosa, compitiendo con nuestro cultivo. La escogencia del cultivo y la rotación tienen una particular importancia para controlar aquellas especies que son difíciles de eliminar directamente con métodos económicos y ecológicos aceptables.

| Cuadro 11. Porcentaje de arvenses encontradas en diferentes cultivos (Adaptado de Hakansson, 1983) | | | |
|---|-------------------|---------|------------|
| Cultivo | Grupo de arvenses | | |
| | Hoja ancha | Poaceas | Cyperaceas |
| Maíz y legumbres | 50 | 30 | 20 |
| Sorgo | 75 | 20 | 5 |
| Arroz | 30 | 50 | 20 |

Variedades y Mejoramiento de las Plantas

Diferentes variedades de un cultivo pueden tener diferente habilidad para competir con las arvenses. En nuestras condiciones las variedades de frijol común tienen diferente respuesta a la competencia con las arvenses, variedades de hábito indeterminado postrado, como algunas variedades mejoradas, compiten eficientemente con las

arvenses, si la comparamos con variedades de hábito indeterminado arbustivo como las variedades criollas (Figura 14). Este es un ejemplo que ilustra que el mejoramiento de las plantas es de interés si consideramos que los cultivares pueden tener diferente habilidad de competir con las arvenses.

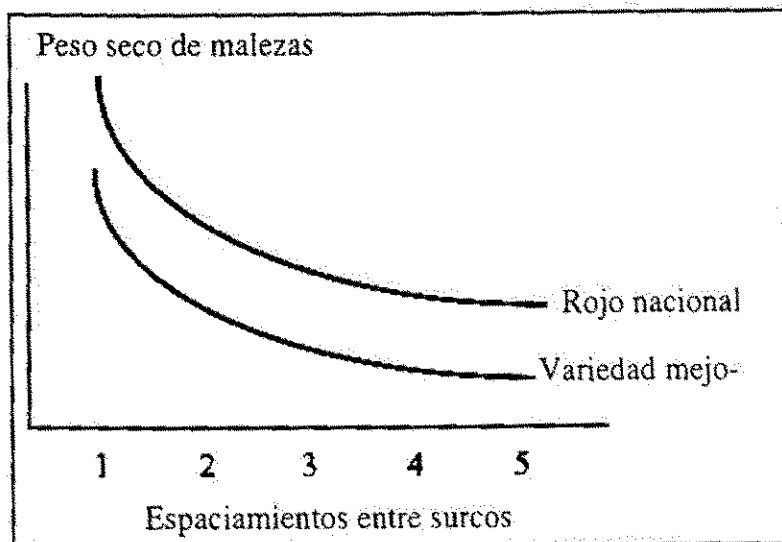


Figura 14.
Efecto del espaciamiento entre surcos de los cultivos sobre el peso seco de las arvenses con dos diferentes variedades de frijol común.

Efecto de las Especies de Arvenses sobre la Competencia

La competencia de las arvenses varía según las especies que intervienen, hay especies más agresivas que otras. Existen múltiples factores que condicionan la agresividad de la maleza, dentro de ellos se mencionan: su sistema radicular fuerte, emergencia temprana, el tipo fotosintético C4, contrario a otras que son C3. Otras especies son capaces de exudar sustancias alelopáticas limitando el desarrollo de otras plantas. Esto hace que la información sobre competencia de las arvenses con un cultivo dado no sea extrapolable directamente hacia otras regiones, sino que sea más bien de valor local. En el Cuadro 12, se indica la competencia de diferentes especies de arvenses y el frijol común.

Cuadro 12 Competencia entre frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y cuatro especies de arvenses (Herrera y Alemán 1991)

| Especie de maleza | Nombre común | Abundancia de arvenses | | |
|--------------------------------|-----------------|------------------------|----|----|
| | | 14* | 28 | 42 |
| <i>Melampodium divaricatum</i> | Flor amarilla | 47 | 33 | 27 |
| <i>Melanthera aspera</i> | Totolquelite | 89 | 45 | 31 |
| <i>Bidens pilosa</i> | Mozote de clavo | 4 | 3 | 3 |
| <i>Amaranthus spinosus</i> | Bledo | 2 | 2 | 2 |

*Días después de la siembra del cultivo de frijol común.

Períodos Críticos de Control de Arvenses

Existen suficientes evidencias que la mayoría de los cultivos poseen un período crítico durante el cual las malezas deben ser controladas para evitar pérdidas en los rendimientos. Los trabajos pioneros en este orden se remontan a la década del sesenta, con el trabajo desarrollados por Nieto *et al.*, (1968).

Algunos autores han utilizado el término período crítico de competencia de malezas y/o período crítico de interferencia de las malezas (Bonilla, 1984; Friesen, 1978; Weaber, 1984) para referirse a la etapa de mayor susceptibilidad del cultivo al efecto de las malezas. Con esta terminología se sugiere que la competencia de las malezas se restringe a un período de tiempo determinado durante el ciclo del cultivo. Sin embargo, en la práctica, el período crítico se refiere al momento ó al período de tiempo óptimo para realizar el control de las malezas y no necesariamente equivale al período de mayor interferencia. Zimdahl (1980) define período crítico como el máximo período de tiempo que las malezas deben ser controladas para prevenir reducciones en los rendimientos. Controles de malezas fuera de estos períodos son innecesarios y deberían evitarse.

El término período crítico de control de malezas es mas apropiado puesto que se refiere a la duración de las medidas de control de malezas o al tiempo que estas deben ser mantenidas para prevenir que malezas que emergen al final del ciclo del cultivo interfieran con los rendimientos. El período crítico puede ubicarse en las primeras semanas de desarrollo del cultivo, la longitud del mismo varía —entre otras cosas— en dependencia del ciclo del cultivo y el desarrollo inicial del mismo. En algunos cultivos el período crítico constituye un momento crítico, en cambio en otros cultivos se extiende durante todo el ciclo.

Otros factores que afectan ó modifican el período crítico son: las especies de malezas, el ambiente en el cual se desarrollo el cultivo, la densidad de plantas, el período cuando inicia la competencia, la fertilidad de suelo, la variedad utilizada, etc. (Alemán, 1997). En vista de lo antes expuesto, los resultados de un experimento de períodos

críticos no pueden ser extrapolados a otras condiciones, aparte de aquellas en las cuales el experimento fue realizado. Cada período crítico debe ser determinado *in situ*, en las condiciones predominantes en la zona, las poblaciones naturales de malezas, etc.

Para la obtención del período crítico de control de malezas en un determinado cultivo, es necesario conocer dos tipos de umbrales. El umbral temprano de competencia de malezas y el umbral tardío de competencia de malezas. El resultado de ambos umbrales en su conjunto permite obtener el período de tiempo que necesita permanecer libre de malezas un cultivo para expresar su máximo potencial de rendimiento. (Alemán, 1989).

El uso de Umbrales en el Manejo de Arvenses

Otro aspecto importante en el manejo de arvenses es la determinación de los umbrales crítico y económico de daño. El umbral crítico (umbral biológico) Es la densidad de las arvenses a la cual la competencia se ha iniciado, a densidades menores de arvenses no existe reducción significativa del rendimiento. El umbral económico es la densidad poblacional de las arvenses capaz de ocasionar un daño equivalente o aproximado a los gastos que se debe recurrir para controlar las arvenses. Para efectos prácticos, al productor le interesa la determinación del umbral económico, para conocer en que momento es justificable el desarrollo de medidas tendientes a reducir el efecto de las arvenses.

La determinación del umbral económico de daño es recomendable en aquellas situaciones donde algunas especies de arvenses escapan a alguna medida de control, siendo necesario conocer estos aspectos particulares de estas especies para enfocar las prácticas de manejo de manera adecuada.

La determinación de umbrales, sea crítico o económico debe prever densidad poblacional de la especie y período de competencia. En un lapso de tiempo inicial del ciclo vegetativo de la planta cultivada, determinada población de una especie de maleza puede no provocar afectación y sucede lo contrario si se prolonga el período de enhiervamiento.

CAPITULO VI

MÉTODOS DE MANEJO DE LAS ARVENSES

Las prácticas de manejo de arvenses son tan antiguas como la agricultura misma. A pesar de esto, ha sido un aspecto de menor desarrollo tecnológico dentro de la sanidad vegetal que otros factores que afectan la producción de los cultivos. El manejo de las arvenses se basa en el principio de crear condiciones ambientales y de suelos favorables al cultivo y desfavorables a las arvenses, esto implica el empleo de un conjunto de prácticas que beneficien a los cultivos e impidan el establecimiento o desarrollo de las arvenses.

Existen varios métodos para controlar las arvenses. La selección del método a aplicar en cada caso específico depende del cultivo, las especies presentes, las condiciones ambientales, el suelo, la topografía del área, los costos, etc.

A través del tiempo han ido surgiendo diferentes métodos de manejo. En un inicio la única solución era combatir la arvenses de forma manual, poco a poco se aprendió a usar la fuerza mecanizada para controlar las arvenses, luego se utilizaron los animales (bueyes, caballos), posteriormente el tractor y por último el uso de productos químicos que constituyen un complemento a los diversos métodos de manejo disponibles. Los métodos empleados actualmente pueden clasificarse en las siguientes categorías: culturales, mecánicos, biológicos y químicos.

Los conceptos de Prevención, Erradicación, Control y Manejo

Antes de profundizar en los métodos de manejo, nos referiremos a cuatro conceptos que hay que diferenciar y que son básicos en la lucha contra las arvenses.

Prevención. Consiste en impedir que una determinada especie contamine un área de terreno. Resulta el método más económico, práctico y eficaz para controlar las arvenses. Incluye todas las medidas destinadas a impedir la introducción o el establecimiento de nuevas especies nocivas. Para cumplir eficazmente con las prácticas de prevención se requiere un buen conocimiento de las formas de reproducción, así como de los medios responsables de la dispersión de las arvenses.

La prevención de la introducción y diseminación de las arvenses solo puede ser lograda con el conocimiento de sus métodos de reproducción y conocimiento de los

agentes que intervienen en su disseminación. Tanto en las áreas agrícolas recién abiertas al cultivo como en las cultivadas por mucho tiempo se están produciendo siempre invasiones de nuevas arvenses. Existen muchos factores que están incidiendo en que se de esta invasión, en general se pueden introducir arvenses con el envío de semillas de alguna especie cultivada, en el abono orgánico traído de otro lugar, en el agua de riego, etc. En todos los países del mundo, si se hubieran tomado las medidas para evitar la introducción de arvenses nocivas, o una vez introducidas impedir su disseminación, el problema de las arvenses no habría alcanzado la gravedad a que ha llegado. Dentro de los métodos preventivos se mencionan:

Uso de semilla limpia. El primer principio para combatir las arvenses es el empleo de semilla limpia. En general, el medio más común y eficaz para la introducción de arvenses es la venta y distribución de semillas comerciales mezcladas con semillas de maleza. El conocimiento de este hecho ha determinado el establecimiento de reglamentos legales destinados a impedir la introducción y disseminación de arvenses que gradualmente se han ido aplicando en diferentes países. Un problema a solventar es el compromiso de las casas distribuidoras de semillas de asegurar la calidad de los materiales. En ocasiones, lo más importante para estas empresas es la cantidad del producto y descuidan la calidad con el consecuente problema para la producción de los cultivos.

En la actualidad casi todos los países tienen leyes que regulan la importación y venta de semillas comerciales, laboratorios para estudiar muestras de semillas y sistemas organizados para la inspección de las semillas.

Manejo adecuado del alimento del ganado. Existen evidencias de que ciertos productos agrícolas como los granos, paja y otros alimentos para el ganado, pueden contener gran número de semillas de arvenses, que por un medio u otro pueden llegar a contaminar el terreno. Una práctica muy común entre nuestros productores es la utilización de los rastrojos de las cosechas para la alimentación del ganado. Esta práctica de mucha necesidad para el funcionamiento del sistema de producción es un medio efectivo para la disseminación de las arvenses a grandes distancias.

Debe tenerse cuidado al manejar el ganado en áreas de cultivo para evitar la introducción y disseminación de las arvenses por este medio. La germinación de las semillas de arvenses después de haber pasado por el aparato digestivo de los animales varía en dependencia de la especie y también del tiempo de permanencia en el interior del animal. El estiércol también influye sobre la viabilidad de las semillas de maleza, a mayor tiempo de permanencia en él, se reduce el poder germinativo. Las consideraciones anteriores muestran que aunque muchas semillas de arvenses mueren en el paso a través del tracto digestivo del animal y también mueren al permanecer en el estiércol, es considerable el número de semillas que pueden llegar a los campos en condiciones de germinar.

Otro aspecto importante relacionado con el ganado es el transporte del mismo a través de grandes distancias. Los animales pueden consumir en un lugar determinado

alimentos que contengan semillas de arvenses, retenerlas en el aparato digestivo durante un tiempo variable y depositarlas con sus defecaciones en otro lugar situado a muchos kilómetros de distancia. Además las semillas de las arvenses pueden adherirse al pelo de los animales o al lodo que llevan en las patas. El pastoreo de rastrojos invadidos por arvenses cuyas semillas pueden adherirse a los animales es una práctica muy perjudicial. En algunas zonas infestadas de una determinada maleza, el principal agente de diseminación puede deberse al ganado que se traslada de un rastrojo a otro libre de arvenses o de una comunidad a otra.

Tener cuidado con el uso de la maquinaria. Las máquinas de recolección, especialmente las cosechadoras combinadas y las empacadoras de paja, pueden llevar semillas de arvenses de una finca a otra. Los instrumentos de cultivos no solo diseminan trozos de raíces y rizomas dentro de los campos, sino que al trasladarse de un campo a otro y de una finca a otra pueden transportar a grandes distancias órganos vegetativos adheridos a sus distintas piezas. Es aconsejable limpiar cuidadosamente todo el equipo de recolección y de cualquier otro tipo antes de trasladarlo a otro lugar.

Evitar usar material de suelo procedente de zonas invadidas. Una forma común de introducción de arvenses agresivas es el uso de grava, arenón y arena, destinados para construcciones de viviendas procedente de lugares infestados y llevados a zonas libres de arvenses. Como medida preventiva es importante inspeccionar periódicamente los lugares destinados a producción de tales materiales y extirpar las invasiones incipientes, evitando que constituyan focos de diseminación.

Inspeccionar los productos de viveros. La inspección de los viveros, ha tenido siempre por objeto el descubrimiento de gérmenes, insectos y enfermedades. Se ha prestado poca o ninguna atención a la presencia de semillas de arvenses, fragmentos de rizomas o raíces de plantas nocivas perennes, así como a tubérculos o bulbos de plantas perjudiciales. Sin embargo, los materiales con que se envuelven dichos productos, la tierra que rodea árboles y arbustos y las tierras de las maceteras en que se tienen las plantas ornamentales son frecuente origen de invasión de arvenses.

Los horticultores y los propietarios de jardines deben tener en cuenta las posibles fuentes de invasión de arvenses, adquirir en los viveros las plantas que necesiten limpias de arvenses, inspeccionar el suelo que acompaña a las raíces de las plantas y observar muy atentamente los lugares donde se plantaron los productos recientemente llegados de los viveros, con la finalidad de destruir todas las arvenses que hagan su aparición.

Conservación adecuada de los canales de riego. Se ha comprobado que la principal fuente de invasión de las tierras de cultivos por las arvenses es la vegetación exuberante que frecuentemente existe en los bordes u orillas de los canales y fuentes de agua. Cada agricultor debe combatir las arvenses o impedir su desarrollo en los canales laterales que conducen directamente el agua a sus campos, sin embargo, si se permite el desarrollo de arvenses y la producción de semilla de las mismas en el canal principal que le proporciona el agua sus esfuerzos serán inútiles. Está bien comprobado que muchas

semillas de arvenses flotan en el agua y pueden ser acarreadas a grandes distancias a través de los canales.

Vigilancia. Para poder evitar la invasión de sus tierras con arvenses, todo agricultor debe conocer dichas plantas, reconocer las semillas, las plántulas, las plantas adultas y estar atento para impedir que lleguen a establecerse y extenderse. El agricultor que quiera tener sus tierras libres de arvenses, solo tiene un camino: reconocerlas, emplear todos los medios a su alcance para impedir su introducción y ejercer una constante vigilancia para descubrir y extirpar cualquier planta invasora antes de que pueda extenderse y ocupar sus tierras.

Erradicación. Es la eliminación completa de arvenses de un campo o región, es una práctica muy difícil, puede tomar muchos años y ser tan costosa que resulta impracticable. Se requiere una estricta vigilancia sobre la emergencia de arvenses para su eliminación inmediata dentro del campo, incluyendo los bordes de canales de riego y drenaje. Dos problemas están envueltos en este proceso: eliminación de las plantas vivas y exterminio de las semillas presentes en el suelo.

Para la obtención de una verdadera erradicación de arvenses, ambas -plantas y semillas- deben ser exterminadas. En esta labor los técnicos y agricultores juegan un papel importante, deben estar en la obligación de conocer la planta joven y adulta, semillas, material vegetativo, etc., de las arvenses más peligrosas de una región dada, reportarla si es que aparece, evitando de esta manera su invasión y problemas futuros una vez que la especie se ha asentado.

Control. Es el proceso por el cual se limita la infestación de las arvenses. Son limitadas en su crecimiento y desarrollo de modo que exista un mínimo de competencia de ellas hacia los cultivos.

En el control, el subsistema arvense es enfocado de forma aislada, carece de criterio sobre nivel de daño económico y promueve la eliminación completa de las arvenses desde germinación hasta la cosecha.

Manejo. Con el manejo se pretende eliminar la nocividad de las poblaciones de arvenses y no erradicarlas. En vez de suprimir las poblaciones se intenta mantenerlas a niveles específicos que no reduzcan el rendimiento de los cultivos y permitan el equilibrio en el agro-ecosistema.

En el manejo, el subsistema arvense interactúa con otras disciplinas, permite densidades de arvenses a niveles inferiores a las que ocasionan daño económico, tolera la presencia de arvenses en ciertas etapas fenológicas del cultivo y tolera ciertas arvenses no nocivas.

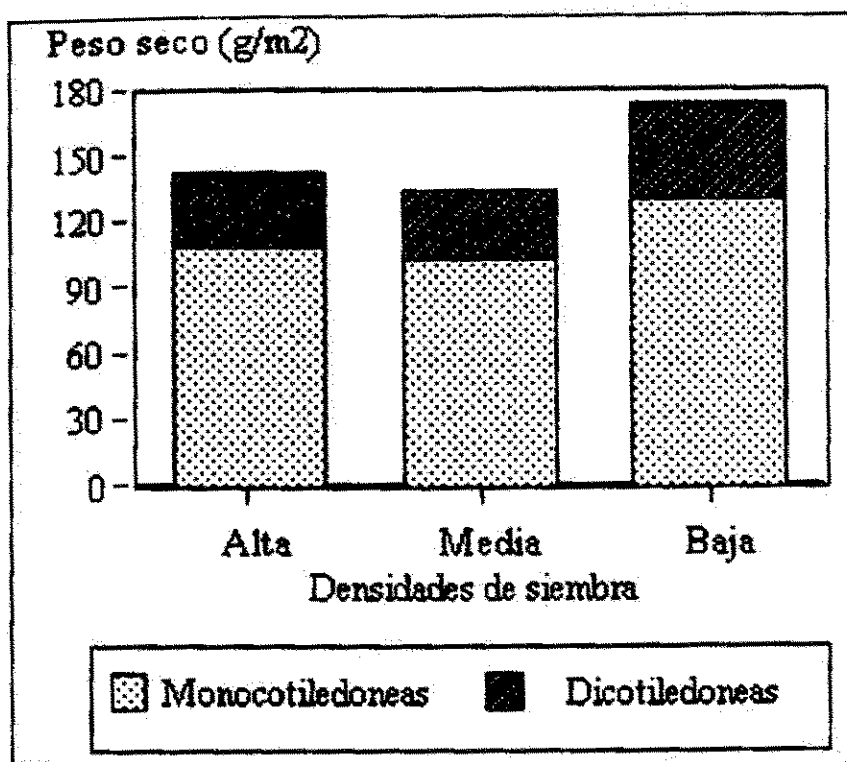


Figura 15.
Efecto de densidades de siembra de frijol común sobre el peso seco de las arvenses al momento de la floración del cultivo (Hernández, 1995).

Preparación Temprana del Suelo

Para resolver el problema de las arvenses se han utilizado diferentes vías. Una de ellas es arar y gradear el suelo para estimular la germinación de semillas de arvenses y luego eliminación del chinaste. Esta práctica es eficaz contra arvenses anuales, sin embargo requiere de varios pases para arvenses de estructuras vegetativa. Su principal desventaja es que deja el suelo desprotegido sujeto a erosión.

La labor puede realizarse por medio de la utilización de un arado que afloje y al mismo tiempo voltee por completo la tierra, enterrando de manera parcial o total un gran número de arvenses. A pesar de las ventajas de este método en la reducción de la competencia, no podemos dejar de mencionar algunas desventajas como son: el consumo de tiempo, los altos costos de energía que demanda y la exposición del suelo a la erosión.

Otra modalidad es el arado en seco (un mes antes de las lluvias). Dicha práctica es eficaz para arvenses de estructuras vegetativas, ya que expone a la disecación las estructuras vegetativas de las arvenses. Algunos reportes indican reducción de hasta 90 por ciento de brotes de coyolillo. Las principales desventajas de dicha práctica son que puede favorecer la erosión eólica y reducir poblaciones de insectos benéficos.

Uso de Variedades Adaptadas al Suelo, Clima y Plagas

Un crecimiento y desarrollo rápido permite mejor competencia en contra de las arvenses. Lo anterior se consigue por medio de la utilización de semilla de buena calidad

y con alto poder germinativo. Además, los materiales de siembra deben ser adaptados a las condiciones predominantes en la región y resistentes a plagas y enfermedades.

La rotación de Cultivos y su Efecto sobre la Dinámica de las Arvenses

Una práctica de incalculable valor dentro del manejo integrado de la producción de los cultivos lo constituye la siembra alterna de diferentes especies de importancia económica. La utilización del monocultivo a lo largo de varios años tiende a permitir el establecimiento de arvenses típicas, con hábitos y ciclos vegetativos ajustados al cultivo.

La rotación de cultivos es una de las prácticas culturales que originan cambios ecológicos en el complejo de arvenses. Es un componente eficaz para aprovechar los efectos gratuitos sobre la sanidad del cultivo, la fertilidad del suelo, la dinámica de insectos benéficos, el mejor aprovechamiento de la época lluviosa y el comportamiento de la asociación de arvenses, entre otras.

Este tipo de prácticas puede influenciar poblaciones específicas de arvenses. Del complejo de arvenses existentes unas sobreviven porque se adaptan a las condiciones del cultivo, otras aparecen en forma secundaria y otras son incapaces de sobrevivir.

Es de sobra conocido que la distribución de una vegetación de arvenses es influenciado por el desarrollo de diferentes prácticas culturales que el productor emplea en su sistema de cultivo, por tanto la siembra de diferentes cultivos implica el establecimiento de diferentes prácticas agronómicas (sistemas de labranza, fertilización, herbicidas, arreglos de siembra, etc.) lo que conlleva a restringir la aparición de algunas especies de arvenses y favorecer el surgimiento de otras de más fácil manejo.

Con el conocimiento de la forma en que éste impacto producido por el hombre modifica las poblaciones de arvenses, es posible que en ciclos posteriores se realicen predicciones sobre el enmalezamiento esperado. De esta manera, es posible planificar la mejor estrategia de manejo que incluya los menores costos y mayores beneficios. En muchas ocasiones, para el manejo de algunas especies de arvenses muy problemáticas basta con la utilización de un cultivo en rotación, para lograr eliminarlas de los campos cultivados o reducir sus infestaciones a niveles sub-económicos.

En nuestro país existen algunos ejemplos de efectos de rotación de cultivos sobre el comportamiento de las arvenses. El arroz rojo (*Oriza sativa* L.), la cual es una variedad intempestiva de arroz, que se desarrolla libremente debido a que es favorecida ampliamente por la prácticas agronómicas desarrolladas en el cultivo del arroz, puede ser manejada a través de la utilización de otro cultivo, que implique nuevas prácticas agronómicas, incluyendo nuevos herbicidas, con lo cuales se reduzca su población.

Como se ha expuesto en capítulos anteriores, el cultivo del sorgo presenta gran capacidad para competir con las arvenses, sin embargo bajo un sistema de monocultivo, las arvenses que compiten exitosamente con el cultivo, pueden alcanzar proporciones epidémicas. El monocultivo sorgo-sorgo no es la excepción.

Investigaciones realizadas en la Universidad Nacional Agraria (UNA) muestran que la utilización de maíz como cultivo antecesor a la soya y al sorgo conducen a una reducción de la abundancia de las arvenses en estos cultivos. Lo anterior es debido al efecto que ejerce el maíz sobre el establecimiento de las arvenses durante su ciclo (Zambrana 1995). En cambio, cuando el cultivo antecesor es pepino, las poblaciones de arvenses en el cultivo sub-siguiente se incrementan (Figura 16).

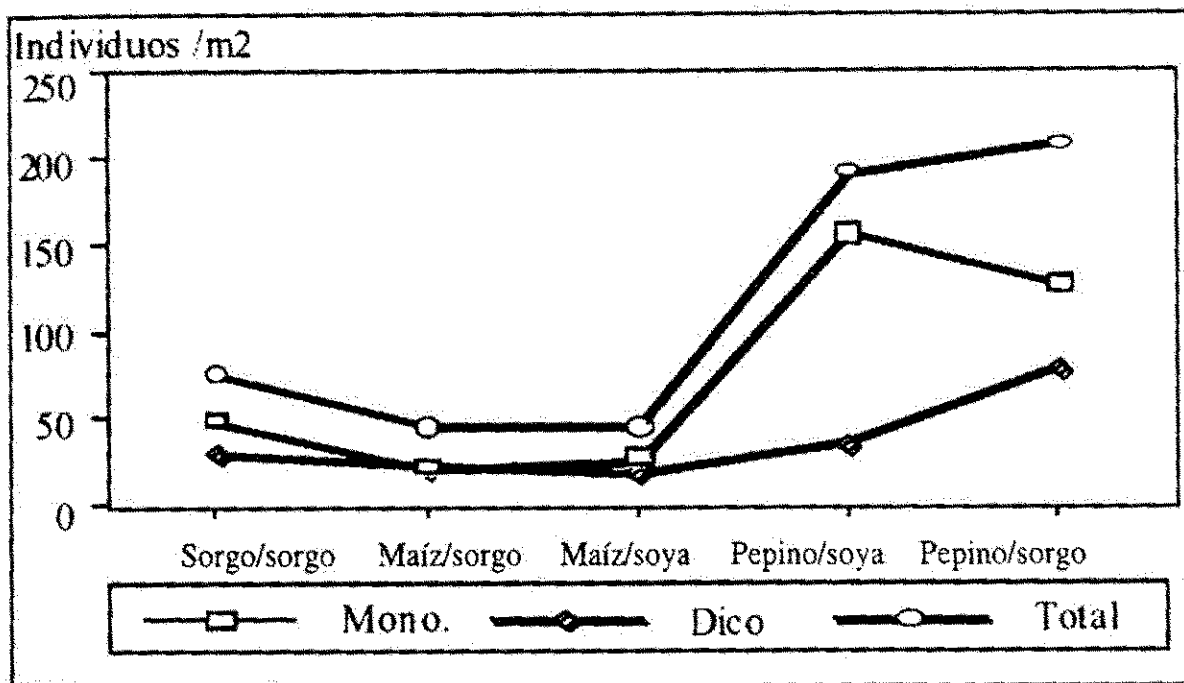


Figura 16. Efectos de rotaciones de cultivo sobre la abundancia de arvenses en el cultivo predecesor (Fuente: Zambrana, 1995).

De lo antes expuesto se desprende que el efecto de los cultivos antecesores sobre la cenosis no es igual para todas las especies. En este aspecto tiene mucho que ver la cantidad de semillas de arvenses que alimentan el banco de semillas. Cultivos con pobre cubrimiento permiten el establecimiento de arvenses que logran reproducirse y producir grandes cantidades de semilla que serán reflejadas en el cultivo posterior.

Otros ejemplos encontrados en la literatura indican que las arvenses *poaceae* predominan grandemente en cultivos como sorgo y maíz. Muchas de ellas como el zacate chompipe (*Ixophorus unisetus*) resultan muy problemáticas en dichos cultivos, por la resistencia que poseen a las aplicaciones de herbicidas selectivos al cultivo. La rotación con leguminosas, en esta circunstancia, permite utilizar herbicidas específicos, lo que resulta favorable para su eliminación.

Contrario sucede en siembras de leguminosas (frijol común, soya, maní, etc.) en las cuales predominan arvenses de hoja ancha. En estas circunstancias se recomienda la siembra de una *poaceae* como cultivo predecesor, lo cual facilitara el manejo de las arvenses referidas.

Cero Labranza

Una práctica importante para la reducción de altas densidades de arvenses es la cero labranza. En un campo con infestaciones de arvenses se aplican herbicidas totales, o se eliminan por medio del machete. Las arvenses se secan y se dejan en el campo para usarlas como cobertura al suelo. Esta cobertura suprime las arvenses y protege el suelo. Sobre esa cobertura se puede practicar la siembra, utilizando espeque, en áreas que pueden alcanzar hasta una hectárea. Para superficies mayores se puede utilizar un arado especial para cero labranza, o sembradoras especiales diseñadas para esta práctica.

El sistema de cero labranza influye positivamente sobre la densidad de arvenses en los campos cultivados. Existe una reducción en el número de especies encontradas en este sistema, al compararlo con el sistema convencional de laboreo. Jarquín y Alemán (1991) encontraron 7 especies de arvenses predominantes en sistemas de cero labranza, en comparación a 14 especies encontradas cuando se roturaba el suelo de forma excesiva. Otro efecto importante es la reducción en el número de individuos por unidad de área. En estas investigaciones se notó predominancia de especies dicotiledóneas en sistema convencional de laboreo, al contrario de sistemas de cero labranza donde la predominancia fue de especies monocotiledóneas. En la Figura 17 se expresan estos resultados.

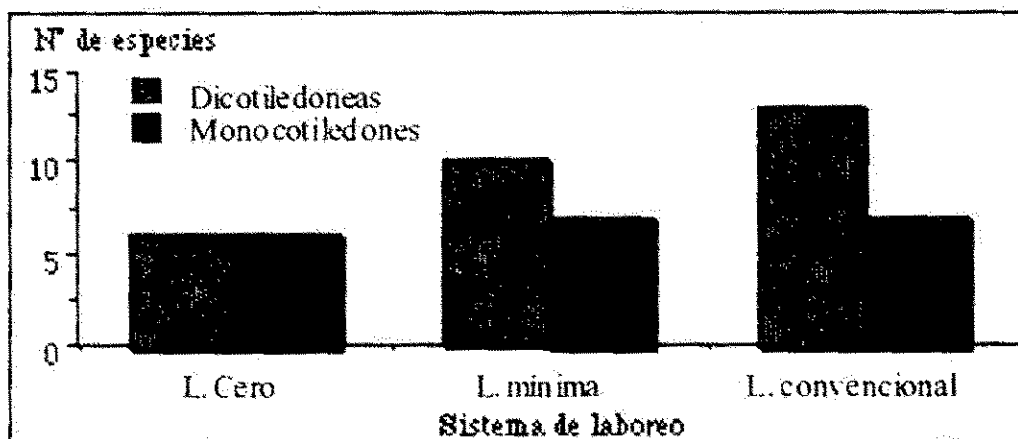


Figura 17. Número de especies dicotiledóneas y monocotiledóneas encontradas en diferentes sistemas de labranza. Datos obtenidos por Jarquín y Alemán, (1991).

Los Cultivos Asociados y su Efecto en la Reducción de las Arvenses

Una de las más baratas y ampliamente utilizadas formas de incrementar la producción de los cultivos es el asocio. La siembra simultánea de dos o más cultivos en el espacio y en el tiempo no es una práctica nueva en nuestro país. Basta viajar por cualquiera de nuestras carreteras y nos permitirá conocer que nuestros pequeños y medianos productores gustan de implementar el sistema de asocio. A pesar de ello,

poco se conoce sobre la mejor forma de explotar dicho sistema en beneficio del sistema general de producción.

Los monocultivos rara vez utilizan toda la humedad, los nutrientes y la luz disponible para el crecimiento de las plantas, con lo cual dejan nichos ecológicos que deben ser protegidos contra la invasión y la competencia por parte de las arvenses oportunistas. En los sistemas de cultivos asociados, la disposición de las mezclas de cultivos (especialmente el cierre de la calle) puede mantener el suelo cubierto durante toda la estación de crecimiento, sombreando las especies sensibles de arvenses y minimizando las necesidades de control de arvenses.

Los efectos de asociar dos o más cultivos van mas allá del hecho de afectar las poblaciones de arvenses. Con esta práctica se logra la protección de suelo que se obtiene al cubrir en menor tiempo el espacio disponible, el máximo aprovechamiento del área utilizada por los cultivos y diversificar la producción. El productor puede constar con un producto adicional en un período corto tiempo, además tiene la posibilidad de combinar dos cultivos en zonas con limitaciones de distribución de la precipitación, en las cuales se dificulta la rotación de los cultivos.

La práctica de asocio de cultivos debe ser auxiliada por medio de la investigación. Es importante el manejo de los términos uso equivalente de la tierra (UET) y rendimiento relativo total (RRT), que permiten obtener información acerca de la producción de dos cultivos en una determinada área, y de las ventajas del asocio sobre el cultivo puro. De aquí se obtiene la información sobre los mejores arreglos y combinaciones, que permitan el máximo aprovechamiento del área y obtener una producción superior a la obtenida con un solo cultivo.

El rendimiento de un área de cultivos asociados, en la mayoría de los casos excede la producción del monocultivo. El anterior argumento se puede explicar tomando el siguiente ejemplo. Supongamos que un productor obtiene un rendimiento de 2 500 kg ha⁻¹ de maíz y 800 kg ha⁻¹ de frijol, cuando utiliza el monocultivo, sin embargo, encuentra que puede producir 1 500 kg ha⁻¹ de maíz y 500 kg ha⁻¹ de frijol de una hectárea de maíz y frijol en asocio. El rendimiento del maíz en asocio (1 500 kg ha⁻¹) es menor que el rendimiento del monocultivo (2 500 kg ha⁻¹) en un área equivalente, sin embargo si se analiza en términos de uso equivalente de la tierra (UET), existe una ventaja evidente para el productor, que le sugiere la siembra en asocio.

El uso equivalente de la tierra (UET) indica el área relativa de terreno en monocultivo, que se necesita para lograr rendimientos en asocio bajo las mismas condiciones de producción. El UET indica que el rendimiento biológico del asocio no necesita exceder el rendimiento del monocultivo. En el ejemplo del asocio maíz-frijol fueron necesarias 0.60 ha para producir el rendimiento de maíz de una ha de asocio ($1\,500/2\,500=0.60$). Por otro lado se necesitaron 0.63 ha de monocultivo de frijol para producir la cantidad de frijol obtenida en una ha de asocio ($500/800=0.63$) de tal forma que el productor es capaz de producir en 1 ha de asocio lo mismo que produce en 1.23 ha de monocultivo.

($0.60 + 0.63 = 1.23$), indicando un 23 por ciento de ventaja para el asocio en el sentido de uso eficiente de la tierra.

Los socios de plantas pueden ser de diferentes formas. Existe la modalidad de siembra simultánea que consiste en la siembra intercalada de dos o más cultivos. También existe la modalidad de cultivos en franjas, que consiste en la utilización de hileras intercaladas de los cultivos, la siembra en parche que consiste en el establecimiento localizado de plantas de un determinado cultivo dentro de un cultivo principal y por último encontramos las siembras en relevo, que consiste en la siembra de un cultivo antes de la cosecha de un cultivo antecesor.

Existen reportes de investigaciones que demuestran el efecto de los socios sobre las poblaciones de arvenses. Salomon (1989) encontró una reducción drástica de las arvenses al asociar maíz y frijol, sus resultados muestran que arreglos de plantas que incluyeran dos surcos de frijol y uno de maíz, con densidades de dos plantas de maíz y 24 plantas de frijol por m^2 reducían ampliamente el establecimiento y desarrollo de las arvenses. Por otro lado Orozco (1996) determinó que asociando dichas plantas se obtenían efectos notorios en la reducción de las arvenses, comparado con la siembra del cultivo puro.

El recordado investigador Humberto Tapia, mencionaba la gran ventaja de asociar maíz y frijol, indicaba que el frijol común se constituía en un herbicida biológico para el maíz ya que permitía el cubrimiento de del suelo, evitando dejar nichos que fácilmente son colonizados por las arvenses. Por otro lado el maíz viene a ser en un herbicida biológico para el frijol común, ya que se constituye en una barrera para el paso de insectos saltadores como mosca blanca y crisomélidos, quienes tienen efectos negativos drásticos en el frijol común.

Los sistemas de cultivos asociados han probado ofrecer múltiples ventajas en cuanto al manejo de las arvenses, si se compara con los monocultivos. Estudios recientes indican que los herbicidas pueden ser usados con éxito en los socios de plantas, sin embargo, la mayoría de los productores que practican este sistema carecen de créditos y excedentes suficientes para la compra de dichos productos. Lo anterior permite que el control mecánico y la reducción de las arvenses por medio de la competencia sean las vías mas importantes para afectar las arvenses en estos sistemas.

Los métodos mecánicos de manejo de arvenses en sistemas asociados, son similares a los usados en monocultivo. Los implementos utilizados para controlar las arvenses en socios, son los mismos que en monocultivo (machete, azadón, etc.), vale, sin embargo, resaltar que el número de prácticas de control de arvenses para alcanzar adecuados rendimientos se reduce con el asocio, por el efecto de competitividad de los cultivos hacia las arvenses.

Reducción de las arvenses por los socios. Orozco (1995) reporta que la abundancia de arvenses en el cultivo de maíz, es mayor cuando éste se siembra en cultivo puro, en comparación a la siembra asociada de maíz y frijol común. La menor abundancia

de arvenses durante todo el ciclo de los cultivos se obtuvo en arreglo de 4 surcos de frijol y uno de maíz (Figura 18).

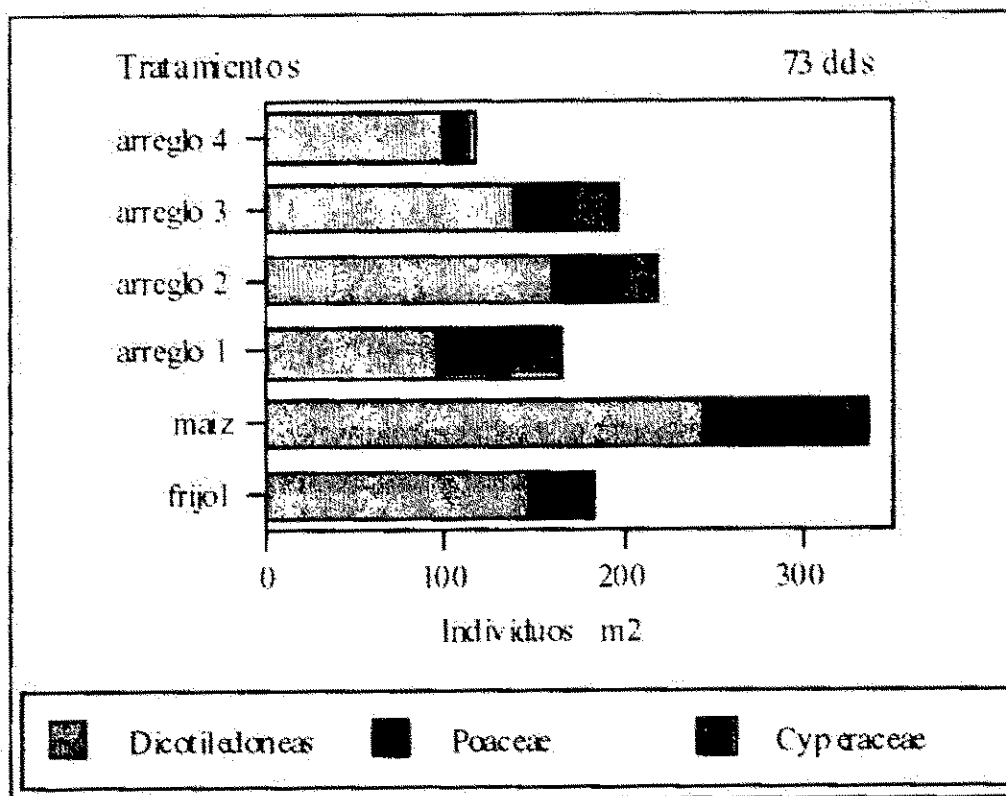


Figura 18. Abundancia de arvenses en siembras asociadas de maíz y frijol y cultivos puros a los 73 días después del establecimiento del asocio.

La eficiencia en el uso de la tierra fue mayor en las asociaciones que en los cultivos puros. Los socios tuvieron un UET de 1.64, 1.51, 1.43 y 1.30 para los arreglos 3:1, 4:1, 2:1 y 1:1 respectivamente, dando un 64, 51, 43 y 30 por ciento más de producción por unidad de área que los cultivos puros. En el Cuadro 13, se presentan los resultados de la investigación.

Sembrar maíz asociado con frijol bajo arreglos 3:1, 4:1 y 2:1 no afectó los rendimientos de grano de éste último, produciendo además un 70, 52 y 75 por ciento de una producción normal de maíz. Así se puede producir maíz en un campo comercial sin perjudicar la siembra principal.

El autor recomienda efectuar la siembra de frijol y maíz en asocio, bajo arreglo de tres surcos de frijol y uno de maíz, (3:1), debido a que presenta ventajas económicas y agronómicas, mejor uso de la tierra, mayor diversidad de cultivos, con reducciones notables de arvenses.

Cuadro 13. Rendimiento de grano y uso equivalente de la tierra de arreglos de frijol y maíz en asocio y monocultivos

| Tratamiento | Rendimiento de maíz (kg/ha) | | R.R de maíz (%) | Rendimiento de frijol (Kg/ha) | | RR de frijol (%) | UET |
|--------------------|-----------------------------|-----|-----------------|-------------------------------|----|------------------|------|
| Monocultivo frijol | ----- | | ---- | 1 095.9 | a | 1.00 | 1.00 |
| Monocultivo maíz | 4 009.0 | a | 1.00 | ----- | | ---- | 1.00 |
| Arreglo 1 | 3 559.1 | ab | 0.89 | 450.3 | b | 0.41 | 1.30 |
| Arreglo 2 | 3 002.8 | abc | 0.75 | 749.3 | ab | 0.68 | 1.43 |
| Arreglo 3 | 2 793.8 | bc | 0.70 | 1 027.5 | a | 0.94 | 1.64 |
| Arreglo 4 | 2 086.6 | c | 0.52 | 1 079.9 | a | 0.99 | 1.51 |

RR= rendimiento relativo

UET= Uso equivalente de la tierra.



Figura 19. Los asociados de cultivos permiten una cobertura total y más temprana del área de siembra, limitando el establecimiento de las arvenses.

Coberturas del Suelo para el Control de las Arvenses

Las coberturas -muertas o vivas- juegan un papel importante en la reducción de la densidad de las arvenses en las áreas cultivadas. En nuestro país no se presta la importancia requerida a la utilización de residuos vegetales -mulch o plantas vivas- que puedan ocupar los espacios que quedan entre las hileras de los cultivos. En múltiples ocasiones, los productores desechan o queman los residuos vegetales eliminando la posibilidad de utilizarlos en beneficio de su sistema de cultivo.

La importancia de la cobertura no solo radica en la reducción de las arvenses, sino que trae múltiples ventajas como son: la conservación de la humedad del suelo, la reducción de la erosión, el aporte a la fertilidad del suelo, la reducción de enfermedades que se diseminan mediante el salpique, la reducción en la incidencia de plagas, etc.

Uso de cobertura viva para el control de las arvenses. El establecimiento de coberturas vivas o cultivos de cobertura pueden reducir las poblaciones y la biomasa de arvenses en la siguiente estación de crecimiento. Para la cobertura viva se utilizan especies nobles de porte bajo y sistema radical superficial, características que las hacen no competitivas. Esta cobertura vegetal protege el suelo, ayuda a conservar la humedad, e impide la proliferación de especies indeseables.

La cobertura viva puede funcionar de la siguiente forma: por medio de la excreción de sustancias tóxicas al medio que limitan el desarrollo de otras plantas a su alrededor (alelopatía), como barrera física al impedir la germinación de otras plantas y por medio de la competencia por factores de crecimiento.

Las coberturas vivas son una posibilidad relevante para reducir las infestaciones de arvenses en los cultivos en nuestro país. La experiencia indica que algunas plantas pueden ser utilizadas como cobertura viva en múltiples cultivos en Nicaragua, o simplemente pueden ser plantadas en épocas sin cultivo, con el propósito de evitar la germinación y posterior reinfección de las semillas de arvenses.

Los ejemplos mas relevantes son la utilización de arvenses nobles en el cultivo de café, las cuales brindan cobertura del suelo evitando la aparición de otras especies que si son competitivas para el cultivo. Las mas relevantes de las que aparecen intempestivamente son: *Panicum trichoides* (Zacate ilusión) y *Oplismenus burmanii* (Zacate conchita) de la familia *poaceae*, y *Commelina diffusa* (siempre viva) de la familia *commelinaceae*. Otras en cambio necesitan ser establecidas como es el caso de *Arachis pintoi* (maní rastrero) y *Zebrina pendula* (cucaracha) sin embargo posteriormente se logran propagar en el sitio donde inicialmente se plantaron.

Los resultados de investigaciones indican que las especies que brindan mejores resultados de las plantas arriba mencionadas son la *Commelina diffusa* debido a su sistema de reproducción asexual por medio de estolones, que le permite establecerse excluyendo a otras plantas de la asociación y el *Oplismenus burmanii* el cual logra



Figura 20. Las especies de la familia *commelinaceae*, *Commelina diffusa* (suelta con suelta) y *Tradescantia zebrina* (cucaracha) son especies nobles comunes en cafetales nicaragüenses.

acumular gran cantidad de biomasa, compitiendo de esa forma eficientemente con las restantes arvenses.

La característica que deben poseer estas plantas son: porte rastrero que permita el cubrimiento rápido del suelo, raíces superficiales que eviten la competencia con la planta cultivada, propagación asexual que les permita su permanencia en el campo y gran capacidad para acumular peso seco.

En Nicaragua se han realizado algunas investigaciones con el propósito de realizar control químico de arvenses selectivo a las especies mencionadas. Los resultados indican que los herbicidas 2,4-D y paraquat eliminan gran cantidad de arvenses en el cultivo del café, sin afectar algunas de las arvenses nobles (Mendieta y Brenes, 1992).

También en el cultivo del café es posible la utilización de plantas de cobertura que tengan alguna importancia económica, tal es el caso del frijol común, el cual puede ser sembrado en la calle de los cafetos en estadios tempranos de desarrollo del cultivo principal (Blanco, 1993). Además pueden utilizarse frijol de vara (*Vigna unguiculata*) y algunos frutales como: piña, papaya, musaceas, etc. Las dos últimas especies mencionadas pueden cumplir otros objetivos como son los de sombra temporal -tan necesaria para los cafetos- así como ser un sub-producto de importancia en el sistema de cultivo del productor.

Existen especies de leguminosas que pueden utilizarse en múltiples cultivos en Nicaragua, principalmente cultivos perennes. El kudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*) puede ser cultivado en las calles de los cultivos de trópico húmedo como pejibaye, cacao y palma africana. Otras especies como *Calopogonium muconoides*, *Centrosema pubescent* (gallinitas) *Mucuna priurens* (frijol terciopelo), *Cannavalia ensiformis* (frijol de caballo), etc., pueden ser utilizadas para cubrir el suelo en algunos cultivos perennes, significando además de excelentes controladores de arvenses, un importante aporte de nitrógeno por la capacidad de fijación que estas plantas poseen y materia orgánica al completar su ciclo biológico y ser incorporarse al suelo.

Otra modalidad de cobertura viva es la utilización de *Mucuna priurens* (frijol abono) en áreas que se encuentran en descanso y donde predominan grandemente las arvenses. Bajo esta condición el frijol abono se establece rápidamente, formando una masa vegetal que impide la emergencia de otras especies y la consecuente reinfección del suelo. En el próximo ciclo se cuenta con menor cantidad de arvenses, además del efecto beneficioso por el aporte de nitrógeno y materia orgánica a dicho suelo. En el Cuadro 14, se presentan un listado de plantas que pueden ser utilizadas como cobertura viva en Nicaragua.

Ventajas del uso de cobertura viva

- Controlan arvenses
- Aumentan la materia orgánica del suelo
- Mejoran la estructura del suelo
- Protegen el suelo del impacto de la lluvia y de los rayos solares

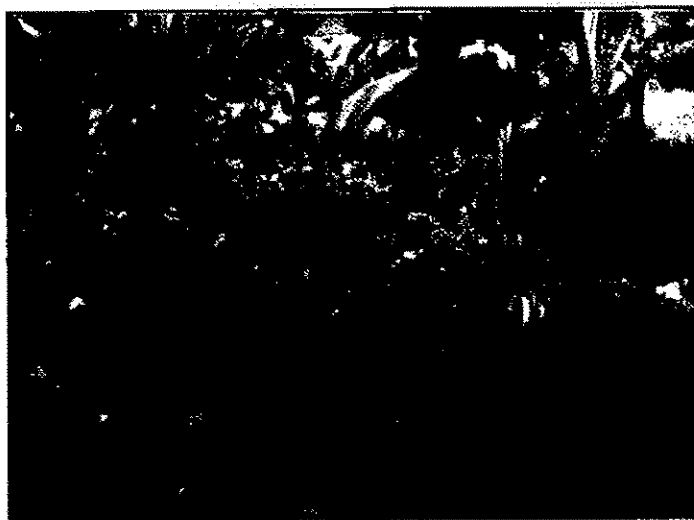


Figura 21. El uso de leguminosas como cobertura del suelo, en sistemas de cultivos anuales y perennes restringe el establecimiento de arvenses.

- Evitan la erosión hídrica
- Promueven la fijación simbiótica de nitrógeno
- Promueven el reciclaje de nutrientes, especialmente las de enraizamiento profundo
- Promueven la diversidad de insectos benéficos.

Desventajas del uso de cobertura viva

- La reducción del banco de semillas es a mediano y largo plazo, cuando se utilizan leguminosas de ciclo intermedio
- Existe competencia con el cultivo principal, aunque el uso equivalente de la

Cuadro 14. Plantas que pueden ser utilizadas como cobertura viva en Nicaragua

| Nombre Común | Nombre Científico | Hábito de Crecimiento | Ciclo |
|-------------------|-----------------------------|-----------------------|------------|
| Frijol terciopelo | <i>Mucuna</i> spp | Rastrero, | Intermedio |
| Frijol Abono | | trepador | |
| Frijol de caballo | <i>Canavalia ensiformis</i> | Erecto | Perenne |
| Canavalia | | | |
| Caupí | <i>Vigna unguiculata</i> | Rastrero, | Intermedio |
| | | trepado | corto |
| | | | erecto |
| Maní forrajero | <i>Arachis pintoi</i> | Rastrero | Perenne |
| Mungo | <i>Vigna radiata</i> | Erecto | Corto |
| Conchita azul | <i>Clitoria ternatea</i> | Rastrero, | Perenne |
| | | | trepador |
| Murruca | <i>Oplismenus burmanii</i> | Rastrero | intermedio |
| Siempre viva | <i>Commelina diffusa</i> | Rastrera | intermedio |
| Zacate ilusión | <i>Panicum trichoides</i> | Rastrera | intermedio |
| Hierba de pollo | <i>Drymaria cordata</i> | Rastrera | intermedio |

tierra (UET) es siempre mayor

- Pueden favorecer algunas plagas si no se escogen las especies adecuadas
- Dedicación de mucho tiempo en el establecimiento y manejo de la cobertura

Coberturas muertas (mulching). Un aspecto importante para la reducción de las arvenses lo constituye el uso de residuos vegetales como cubrimiento del suelo. Los residuos vegetales poseen singular valor en el aprovechamiento de la materia vegetal que resulta después de la cosecha de los cultivos. Los residuos de cultivos (paja de arroz, cascarilla de arroz, paja de maíz, tallos y hojas de plátano, etc.) esparcidos entre hileras pueden contribuir al control de arvenses. El objetivo es impedir el paso de la luz y de este modo evitar el desarrollo de arvenses.

En las condiciones de Nicaragua es normal la eliminación de los residuos vegetales por medio del fuego. Las áreas donde se produce caña de azúcar constituyen el mejor ejemplo, ya que los rastrojos se eliminan de esa forma aduciendo que esto facilita la cosecha y recolección de la caña. Con la utilización de ésta práctica, el suelo queda totalmente descubierto durante el período seco, lo que propicia la erosión.

Contrario a lo antes expuesto, es importante resaltar la experiencia de Cuba en el cultivo de la caña de azúcar, con el uso de cobertura muerta. En estas condiciones el residuo de la cosecha anterior se distribuye de tal forma en las calles que dificulta la emergencia de las arvenses, además de las múltiples ventajas que se obtienen adicionalmente y que fueron resaltadas al inicio de este escrito.

En el cultivo de café es meritorio mencionar el excelente resultado que brinda el permitir que los residuos vegetales de árboles de sombra sean distribuidos en la calle, logrando de esa forma que se alarguen los períodos de control de las arvenses. Entre estos árboles se menciona el madero negro (*Gliricidia sepium*) poro (*Eritrina* sp), guaba (*Inga vera*), acetuno (*Simaruba glauca*). Los resultados de Rivas (1994) indican que las especies que tardan mas en descomponerse son el acetuno, la guaba y el copel, contrario al madero negro, el cual pose rápida descomposición. En el Cuadro 15 se presenta un listado de árboles cuyos residuos pueden ser utilizados como cobertura muerta.

Otro ejemplo que puede ser mencionado es el uso de residuos de árboles aledaños a cultivos anuales, se han realizado algunas investigaciones para ver el efecto de *Gliricidia sepium* (madero negro) en frijol común, determinando resultados que indican la bondad de dicha práctica (Chow, 1991).

En siembras de granos básicos, donde es común la rotación de cultivos, es conveniente la utilización de residuos de la cosecha anterior. Los residuos de paja de maíz utilizados en la calle del frijol común brindan un excelente control de las arvenses cuando las infestaciones no son severas. Investigaciones realizadas por Alemán (1994) indican que es posible utilizar paja de maíz o de sorgo en frijol común, lo cual puede ser complementado con una práctica mecánica que no implique esfuerzo para el productor.

De acuerdo a Salmerón (1996) el sorgo esparcido entre las hileras, es eficiente en la reducción de la densidad poblacional y el peso seco de las arvenses en el cultivo

de frijol común, en cambio la cobertura de maíz muestra poco control de arvenses, al no cubrir totalmente el espacio entre los surcos, lo que facilita el crecimiento de las arvenses (Figura 22).

Por tanto para controlar arvenses en los campos de frijol se requiere más de un método de control, de manera que se recomienda el control manual en periodo crítico y la aplicación de cobertura muerta de sorgo como opciones económicas y reducción en los costos de producción.

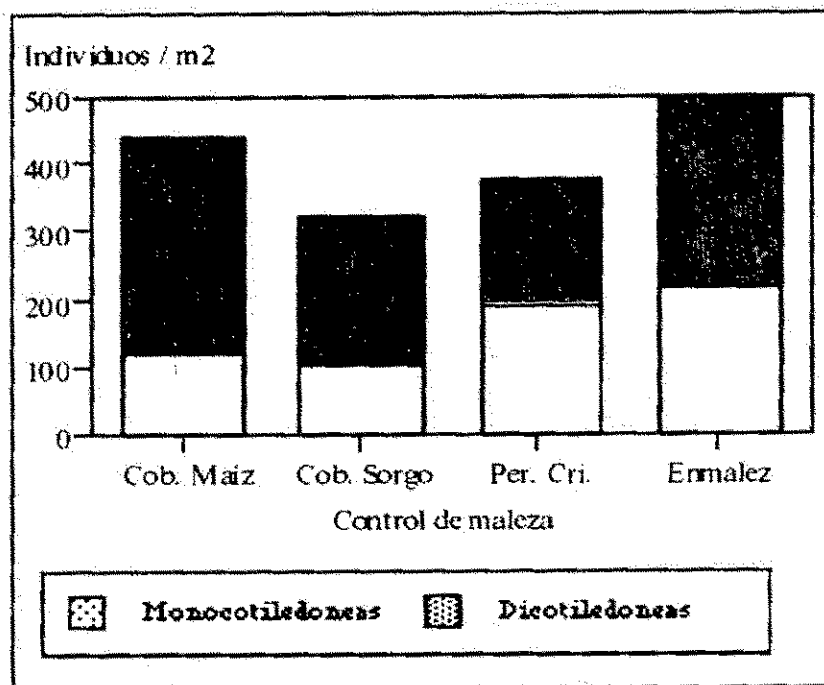


Figura 22.
Efecto de coberturas al suelo sobre la abundancia de arvenses en el cultivo de frijol común a los 45 días después de la siembra (Salmerón, 1996).

La práctica de cero labranza (labranza de conservación) tan recomendada en agricultura familiar, necesariamente tiene que ser combinada con la utilización de residuos vegetales. Al eliminar las arvenses antes de la siembra, debe permitirse que los restos vegetales cubran el suelo, para ayudar al control de las arvenses. De igual forma la siembra de frijol tapado practicada ampliamente en la zona de Nueva Guinea requiere que los residuos vegetales cubran el suelo, propiciando entre otras cosas el control de las arvenses.

Ventajas de la cobertura muerta

- Impide y retrasa el desarrollo de arvenses, especialmente anuales
- Frena la erosión hídrica mejorándose las condiciones para la infiltración de agua de lluvia
- Aumenta las reservas de materia orgánica del suelo, mejorando su estructura y porosidad
- Frena la mineralización del humus y aumenta sus reservas en el suelo
- Protege el suelo contra las variaciones bruscas de temperatura y de humedad.

favoreciendo la asimilación del potasio

- Crea condiciones favorables a la actividad de la micro fauna del suelo favoreciendo así la asimilación de nutrientes por las plantas
- Estimula la fijación de nitrógeno por medio de las bacterias libres fijadoras de nitrógeno
- Devuelve la suelo minerales disponibles para la planta cultivada
- Evita la pérdida de agua por calentamiento de las capas superiores del suelo
- Frena el salpique, reduciendo la incidencia de enfermedades, especialmente bacterianas y fungosas

Cuadro 15. Árboles usados en Nicaragua para la producción de mulch

| N. Común | N. Científico | Sistema | Descomposición |
|----------------|---------------------------------|----------------------|--------------------------------|
| Madero negro | <i>Gliricidia sepium</i> J. | Cultivo en callejón | Rápida Árbol de sombra-café |
| Casia amarilla | <i>Cassia siamea</i> L. | Cultivo en callejón | lenta |
| Guaba | <i>Inga paterna</i> B. | Árbol de sombra-café | Lenta |
| Acetuno | <i>Simarouba glauca</i> D.C. | Árbol de sombra-café | Lenta |
| Copel | <i>Clusia rosea</i> J. | Árbol de sombra-café | Lenta |
| Leucaena | <i>Leucaena leucocephala</i> L. | cultivo en callejón | rápida |
| Helequeme | <i>Eritrina</i> sp | Árbol de sombra-café | Lenta |

Utilización de Plásticos

Otra práctica de importancia es la utilización de plástico (polietileno) negro o blanco en la entrecalle, para evitar el surgimiento de las arvenses. En Nicaragua se ha observado la bondad de esta práctica en plantaciones de piña en el municipio de Diriomo, tomate en la zona de Nandaime y melón en Tipitapa. Es importante hacer notar que el cultivo debe ser altamente rentable para que justifique la utilización de dicha práctica, por el alto costo que implica el plástico usado como cobertura.

El plástico funciona como barrera contra la luz y su principal efecto lo realiza sobre arvenses en germinación. Algunas arvenses perennes como el coyolillo pueden traspasar la barrera.

Solarización

La solarización funciona como esterilizante del suelo debido a altas temperaturas. Consiste en la utilización de plástico transparente y delgado, el cual tienen efecto en semillas de arvenses latentes. Para su implementación el suelo tienen que ser bien mullido y con 70 por ciento de humedad, y permanecer durante un tiempo de 2-4 semanas para arvenses anuales y de 4-6 semanas para arvenses perennes. Una condición importante para el funcionamiento de la práctica es una radiación solar alta.

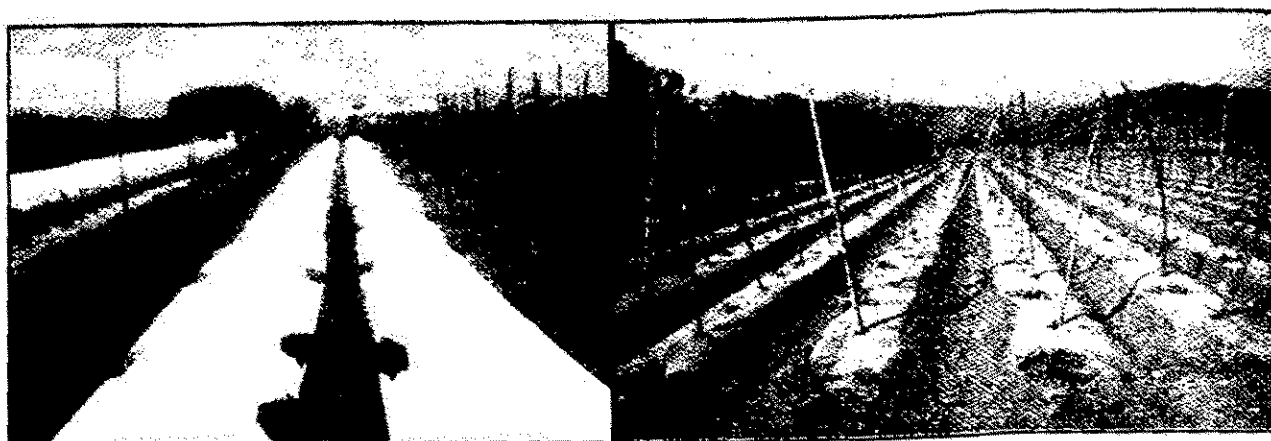


Figura 23. El uso de plástico negro o blanco en la entrecalle evita el surgimiento de las arvenses.

Estimulación de la Germinación

Esta práctica consiste en regar los campos a sembrar, antes de preparar el suelo. El riego estimula la germinación de semillas de arvenses, posteriormente se procede a la eliminación del "chinaste" por medios químicos (herbicidas totales) o con la utilización de equipos de laboreo. Luego se procede a la siembra la cual es realizada con buena humedad en el suelo y sin competencia inicial de arvenses.

Esta práctica es recomendada en el cultivo de arroz bajo inundación y plantea algunos problemas con su mal manejo, ya que selecciona arvenses acuáticas o semi-acuáticas resistentes a la inundación.

Fechas de Siembra

La germinación de cultivos que coincide con la primera emergencia de poblaciones de arvenses resulta en una intensa interferencia maleza-cultivo. A continuación se expresan resultados recopilados por Hakansson (1983), los cuales indican la variación en la flora de arvenses con relación al establecimiento de la planta cultivada. (Cuadro 16).

Cuadro 16. Efecto de diferentes momentos de establecimiento de arvenses y cultivo, sobre la cantidad de arvenses emergidas

| Cambios en tiempo | Maleza 1 | Maleza 2 | Arvenses Anuales |
|---------------------------------|----------|----------|------------------|
| 7 días en favor del cultivo | 5 | 1 | 3 |
| 0 días | 21 | 19 | 21 |
| 7 días en favor de las arvenses | 67 | 39 | 42 |

Quema

La quema de los rastrojos de las cosechas es una práctica muy común dentro de la mediana y pequeña producción. Es una labor que permite al productor la eliminación rápida de los residuos de las cosechas anteriores y la reducción de inóculos fungosos y plagas. Sin embargo, plantea una serie de desventajas entre las cuales se mencionan:

- No elimina las semillas de arvenses en el perfil del suelo, ni las estructuras vegetativas
- Provoca el rebrote de la mayoría de las arvenses perennes, arbustivas y herbáceas
- Empobrece el suelo en nitrógeno y en azufre
- Baja drásticamente el contenido de materia orgánica y micro fauna del suelo
- Favorece erosión hídrica y eólica
- Destruye plantas útiles, por no ser selectivo
- Puede alterar el control natural

Manejo Biológico de Arvenses

El control biológico se define como la acción de parásitos, predadores o patógenos, que mantienen la población del organismo perjudicial, por debajo de los niveles que pueden causar daño económico. Este método es eficaz para el control de artrópodos plagas en los cultivos y algunas arvenses en potreros, plantaciones perennes y áreas acuáticas. Los logros en este campo han sido importantes durante los últimos 80 años en diversas partes del mundo.

Los siguientes son ejemplos de programas de control biológico: en Australia el cactus (*Opuntia* spp) afectó 25 millones de hectáreas; el principal insecto empleado como agente de control fue el *Cactoblastis cactorum*. El escarabajo *Chrysolina quadrigemina* ha permitido reducir la incidencia de la maleza *Hypericum perforatum* en pasturas de California. La maleza *Chondrilla juncea* extendida en Australia se controló con el hongo *Puccinia chondrillina*.

En fecha mas reciente se ha logrado éxito con el empleo de mico herbicidas como el Devine^(R), cuyo ingrediente activo son las clamidosporas de *Phytophthora palmivora* para el control de *Morreria odorata* en cultivos de cítricos. El alga *Azolla pinnata* compite ventajosamente con la maleza *Echinochloa crus-galli* en arroz de trasplante.

El control biológico presenta las siguientes ventajas y desventajas:

Ventajas. No deja residuos químicos ni riesgos, ni conlleva riesgos de intoxicación, es de alta selectividad, se auto perpetúa una vez introducido, limitado a una especie por agente de control, generalmente limitado a ecosistemas como pastos, cultivos perennes o áreas acuáticas

Desventajas. El agente de control puede cambiar de hábito llegando incluso a atacar especies nobles, los resultados de su uso tardan en manifestarse, no está aún disponible para aplicarlo en el momento oportuno

El Manejo Mecanizado de Arvenses

En este tema se estudia el cultivo manual y mecánico para el control de arvenses en Nicaragua, se examinan en detalle tres aspectos: las limitaciones de este tipo de práctica, el tiempo dedicado a la práctica con relación al rendimiento del cultivo; y los métodos manuales utilizables.

En nuestras condiciones el manejo mecanizado de arvenses ha sido una práctica generalizada principalmente por pequeños y medianos productores. Este procedimiento incluye el uso de implementos livianos de labranza como: azadón, machete, escardillos, etc. hasta implementos de tracción animal y motorizada.

Estos métodos son lentos, laboriosos y menos eficaces que otros y por lo general no permiten un control adecuado de la maleza, pueden ser absolutamente impracticables cuando las condiciones del tiempo son malas, o cuando hay escasez de mano de obra. Sin embargo a pesar de estas limitaciones las herramientas manuales y equipos de tracción animal seguirán siendo un método importante de control de arvenses en Nicaragua.

Limitaciones del Manejo Mecánico

El manejo mecánico de arvenses posee cierta efectividad en la disminución de la competencia, sin embargo presente una serie de inconvenientes que limitan su uso en la agricultura, entre ellos podemos mencionar el hecho de no poder realizarse en el momento adecuado, por tanto es extemporáneo, se necesita la aparición de la maleza para realizarlo, momento en el cual estas plantas ya han ejercido cierta competencia.

Además plantea otros problemas importantes, entre ellos podemos mencionar: la dificultad de distinguir visualmente entre el cultivo y arvenses de apariencia muy similar, la incapacidad de los implementos mecánicos para eliminar las arvenses entre las hileras, la dificultad con que tropieza el manejo mecánico y manual para combatir las arvenses parásitas y perennes, incrementa las pérdidas de agua en forma de vapor por calentamiento de las capas superiores del suelo, favorece la erosión hídrica y condiciona los inóculos fungosos y bacteriales incrementando las enfermedades de consecuencias graves en la producción de los cultivos (Tapia, 1987).

Otra desventaja importante del manejo mecánico de arvenses es que constituye una práctica tediosa y laboriosa. La implementación de nuevos métodos representa no solo en una mejora económica sino en otra de carácter social, pues permitirá la humanización del trabajo y productividad del agricultor. Se expande mas energía para el deshierbe de

los cultivos que para cualquier otra actividad humana. En la pequeña producción, por lo menos el 50 por ciento del tiempo se ocupa para el deshierbe.

El factor principal que determina el tamaño del área cultivada de pequeños y medianos productores tropicales es el número de deshierbe necesarios en el período post-siembra (Daxl, 1987). Por lo antes expuesto es preferible para productores de bajos ingresos el uso de herbicidas en vez de fertilizantes. Los herbicidas reducen la necesidad de mano de obra y aumentan la producción, mientras que el uso de fertilizantes significa producción solamente si las condiciones son óptimas para el máximo aprovechamiento del fertilizante (*ie.* buen control de arvenses).

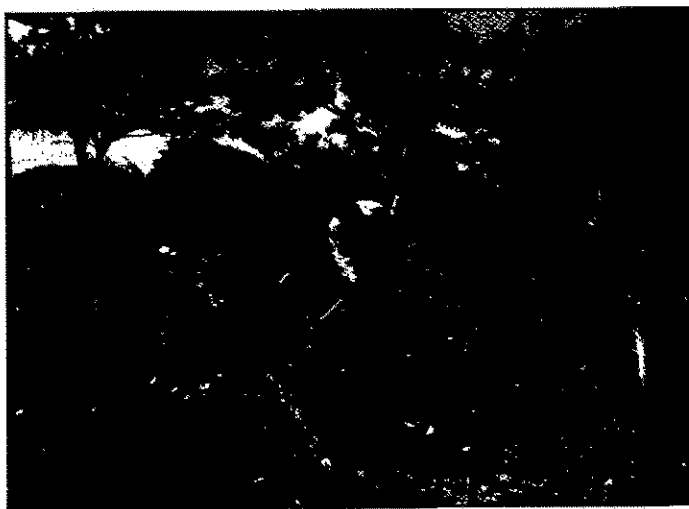


Figura 24. El control manual de malezas es el más difundido en Nicaragua. La humanización de la actividad agrícola exige la promoción de otras formas de manejo de las arvenses.

Tiempo de La labor Manual en Relación con el Rendimiento del Cultivo

Es reconocido el hecho de que la competencia de la maleza dependa de la intensidad de las arvenses de las especies de maleza y de cultivos y de la fase de crecimiento de unos y de otros que determina el período crítico de competencia de arvenses. El retraso de la práctica manual hasta que las arvenses han causado ya perjuicios en el crecimiento y desarrollo del cultivo, es una operación improductiva. Toda labor de este tipo encaminado a reducir la competencia de arvenses en los cultivos debe realizarse durante los períodos de mayor presión de competencia por parte de la maleza, tal como puede apreciarse en el Cuadro 17.

El Cuadro 17, pone de manifiesto los aspectos siguientes: cuando no se realiza control manual se registra una reducción de 88 por ciento en el rendimiento de semilla de frijol, y las primeras 3-4 semanas constituyen el período crítico entre el cultivo y la maleza.

El Cuadro 17, nos indica que es necesario constar con más información sobre el período crítico de competencia para los cultivos de importancia económica y alimenticia, puesto que la labor manual después que se han producido daños al cultivo constituye un desperdicio de recursos. Es importante para los productores que insisten en el uso de control mecánico, lo realicen solo durante períodos críticos de

competencia, a fin de obtener rendimientos óptimos del cultivo y aprovechar eficazmente otros insumos tales como: fertilizantes, riego y variedades mejoradas del cultivo.

Cuadro 17. Efecto de períodos de eliminación de las arvenses y períodos de enmalezamiento sobre el rendimiento (%) de semilla de frijol (Aleman, 1989)

| Periodos enmalezados | | Periodos libre de maleza | |
|----------------------|-----|--------------------------|-----|
| Semana 0-1 | 100 | Semana 0-6 | 100 |
| Semana 0-2 | 104 | Semana 0-5 | 95 |
| Semana 0-3 | 102 | Semana 0-4 | 91 |
| Semana 0-4 | 78 | Semana 0-3 | 76 |
| Semana 0-5 | 52 | Semana 0-2 | 49 |
| Semana 0-6 | 25 | Semana 0-1 | 34 |
| Infestación total | 13 | Infestación total | 11 |

Métodos de Laboreo Manual Utilizables

Dentro de los métodos de laboreo manual utilizables destacan:

Azadón. El uso de esta herramienta manual es generalizado en nuestras condiciones. La operación con este implemento es bastante lenta, se necesita de 200 a 400 horas hombre por hectárea para una labor total. En la mayoría de los campos cultivados es necesario por lo menos dos pases con azadón, e incluso más cuando la intensidad de las arvenses es grande.

Con el azadón se cortan o arrancan las plantas y se entierran otras, es una práctica efectiva sobre arvenses anuales, sobre todo si estas se encuentran en estado de cuatro a seis hojas máximo. En algunos casos se combina la labor de azadón con el arrimo de suelo a la hilera de la planta cultivada, para ahogar las arvenses de estado inicial. Esta práctica recibe el nombre de aporque y ha sido de uso generalizado dentro del pequeño y mediano productor en Nicaragua. Es creencia de nuestros productores maiceros el hecho que esta práctica evita la caída de la planta de maíz, sin embargo evidencias prácticas recientes han demostrado lo contrario. El aporque es una labor innecesaria que acarrea más perjuicios que ventajas a nuestro sistema de producción.

Machete. Con este implemento se hacen las populares labores de roza y chapoda. En el primer caso se corta la maleza a nivel del suelo y en el segundo caso la maleza es cortada dejando ciertas partes del tallo de la misma en el suelo.

La labor con el machete es más rápido que el azadón, no es muy efectivo para poaceas anuales e inefectivo para arvenses perennes y deja el suelo mejor protegido que el azadón

Arado tirado por bueyes o caballos. Es un instrumento de labranza efectivo para arrancar las arvenses en estado de cuatro hojas y a la vez enterrarlas. La efectividad se incrementa de acuerdo a la velocidad que le imprima el operador a los animales, si estos fueran el medio de tracción. La labor con bueyes o caballos es restringida a cultivos de calle amplia (más de 80 cm.), y no controla arvenses en las hileras. Como ventaja se menciona que es una actividad rápida (8 horas / persona / manzana).

Escardillos. Estos instrumentos son colocados en la barra porta herramientas del tractor, pueden ir en posición trasera o delantera, actúa en igual forma que el descrito anteriormente a diferencia que cubre en menor tiempo una extensión mayor de terreno.

Manejo Químico de Arvenses

Este método constituye el adelanto mas importante en el control de arvenses. Consiste en el uso de sustancias químicas capaces de destruir las arvenses total o parcialmente, en la mayoría de los casos sin dañar al cultivo. Es el medio empleado por excelencia en todo el mundo, con el se consiguen las siguientes ventajas: alta productividad que permite abarcar en poco tiempo extensas áreas; ahorro de mano de obra; precisión del momento mas propicio para el control cuando las arvenses empiezan a competir con el cultivo, incluso antes; efecto residual en su control que previene la reinfección de arvenses, etc.

Todo esto hace del manejo químico el método mas completo por sí solo para combatir eficazmente las arvenses, sin embargo no debe verse aislado, sino como un complemento dentro de las demás labores que se realizan comúnmente y no como un sustituto. Cualquier tipo de control de arvenses debe ser enfocado hacia el problema específico del campo, para ello se debe conocer en detalle el complejo de arvenses, el tipo de suelo, los medios y equipos de que se disponen, los factores económicos, la residualidad del herbicida y la compatibilidad con otros productos.

Manejo Integrado de Arvenses

En la época actual debemos hacernos la pregunta: ¿Es posible que un cultivo produzca eficientemente sin la ayuda de herbicidas? Obviamente la respuesta es sí. Desde la aparición comercial de los herbicidas (1960) se ha hecho un uso extensivo de ellos especialmente para manejar aquellas arvenses que no pueden ser controladas por implementos de tracción animal o por el hombre. Actualmente han despertado interés las alternativas no químicas, especialmente debido al daño ambiental que se ha ocasionado con el uso masivo de los plaguicidas. La protección ambiental contra los efectos dañinos que los herbicidas pueden ocasionar en ciertos casos y dadas ciertas circunstancias son parte la filosofía del manejo integrado de arvenses.

Por manejo integrado de arvenses (MIA) se entiende la aplicación de una serie de prácticas mediante las cuales se limita el desarrollo e infestación de las arvenses hasta lograr que no causen pérdidas económicas. Comprende todos aquellos métodos utilizados para reducir al mínimo la interferencia que las arvenses ejercen sobre el cultivo y sobre la calidad de éste. La importancia del MIA en relación con el uso de herbicidas radica en que evita la fácil adaptación de las arvenses al sistema de cultivo y disminuye el consumo de herbicidas, como consecuencia se reducen los costos de producción y se preserva el ambiente.

El MIA es un sub-sistema del manejo integrado de la producción, por lo tanto interactúan con el manejo integrado de plagas, con el manejo integrado de enfermedades y con los otros factores integrados de la producción.

No puede generalizarse sobre una sola forma de MIA. Tal como se indica en la Figura 6, este es el resultado de la combinación de diferentes componentes de los controles preventivo, biológico, cultural y químico, pero no necesariamente las cuatro formas de control deben constituir un MIA. Por ejemplo dentro de los controles que no son químicos, el control biológico ocupa la última categoría, no se ha encontrado significativo el uso de insectos o patógenos para el control de arvenses en el ámbito de campos de producción. En términos generales estos programas son muy costosos para investigar y aplicar de una manera sencilla.

De acuerdo con lo anterior, el aporte de programas de control biológico al MIA es muy reducido, en cambio el aporte de los programas de control químico siguen conservando importancia, aunque uno de los objetivos del MIA es disminuir su uso.

¿Cuales son los componentes de un manejo integrado de arvenses para una situación específica? Esta es la pregunta importante a responder. No existe una sola respuesta. Una de las reglas básicas es usar la información de los estudios sobre competencia que permiten estimar cual será la pérdida de rendimiento a esperar. Luego se seleccionaran aquellas prácticas de manejo de arvenses cuyo costo no supere el valor monetario de las pérdidas de rendimiento que ocurrirían si las arvenses no se controlaran.

Existen varios métodos para el manejo de las arvenses, la selección del método a aplicar en un caso específico depende de factores tales como el agro-ecosistema en que crece el cultivo, la topografía del área, la composición de la población de las arvenses, la variedad de cultivo utilizada, los costos, etc. Varios autores definen cuatro métodos que se emplean e interrelacionan dentro del concepto de MIA: cultural, físico o mecánico, biológico y químico

CAPITULO VII

LOS HERBICIDAS

El empleo de preparados químicos para la destrucción de las arvenses, aumenta cada vez más. Esto es debido en parte a la falta y carestía de la mano de obra y por otra al constante progreso de la química orgánica y a los descubrimientos de productos nuevos. El uso de productos químicos para controlar arvenses data desde 1944 cuando el 2,4-D fue usado por primera vez como herbicida. A partir de ese momento se han venido usando continuamente hasta nuestros días como una alternativa para el control de las arvenses en los campos cultivados.

Definición

Entendemos por herbicida todas aquellas sustancias que al entrar en contacto con las plantas, perjudican su metabolismo en tal grado que les ocasionan la muerte, hay que hacer notar que estas sustancias están dirigidas a la destrucción de las arvenses. Otros simplemente lo definen como todo producto que mata las arvenses o inhibe su crecimiento.

Clasificación de los Herbicidas

Los herbicidas pueden clasificarse desde diversos puntos de vista:

En Función del modo de acción

Herbicida de contacto. Herbicidas que luego de penetrar a la planta se depositan en o cerca del sitio de absorción y además actúan en ese lugar. Estos productos matan los tejidos de la planta donde caen.

Herbicidas sistémicos, de translocación o de acción interna. Se trata de aquellos productos que son absorbidos por las hojas o la raíz y distribuidos por todo el cuerpo de la planta, alcanzando tejidos internos y partes no asperjadas, eliminando todo el vegetal.

En función del espectro de acción

Esta clasificación se basa en las propiedades selectivas o no selectivas del producto utilizado, surgiendo así:

Los herbicidas generales, totales, absolutos, radicales o no selectivos. Se trata de aquellos productos que matan a toda la vegetación presente incluyendo los cultivos, razón por la cual se les usa más que todo en canales, caminos, líneas de ferrocarril, áreas industriales, etc. o de forma dirigida dentro de los cultivos de importancia económica. Los herbicidas no selectivos se pueden dividir en tres tipos:

Herbicidas no selectivos de contacto. Son aquellos herbicidas que son tóxicos a todos los tejidos de las plantas con las cuales entran en contacto.

Herbicidas no selectivos, sistémicos o traslocables. Estos herbicidas son movilizados o transportados dentro de la planta. Debido a esta característica, el herbicida ejerce su acción tanto sobre los tejidos con los cuales entra en contacto, como con tejidos distantes del punto de contacto, e.g., picloran, glifosato. Aquellas arvenses con estructuras vegetativas subterráneas como rizomas, bulbos, etc., se controlan fácilmente con este tipo de herbicidas.

Herbicidas esterilizantes. Son aquellos que impiden la germinación y el crecimiento de todo tipo de vegetación. A su vez se pueden dividir en: herbicidas esterilizantes a corto plazo, que son aquellos que ejercen su acción por un período de 6 meses o menos, e.g., atrazina a dosis altas, y herbicidas esterilizantes a largo plazo, que son aquellos que tienen alto poder residual y no permiten la germinación de ningún tipo de vegetación durante largos períodos de tiempo (+ de 6 meses), e.g., diuron a dosis altas.

Herbicidas selectivos. Estos productos destruyen las malas hierbas, causando poco o ningún daño a la planta cultivada. Los podemos dividir en tres tipos:

Herbicidas selectivos de contacto. Son aquellos productos que son aplicados al follaje y ejercen su efecto únicamente sobre los tejidos con los cuales entran en contacto, e.g., propanil selectivo en el cultivo del arroz.

Herbicidas selectivos, sistémicos o traslocables. Estos productos son aplicados al follaje o al suelo y son absorbidos y distribuidos por toda la planta, siendo letales solamente a ciertas plantas, e.g., el fluazifop-butil el cual controla básicamente poaceos ha.

Herbicidas selectivos aplicados al suelo. Este tipo de herbicidas ejerce selectividad hacia la germinación de ciertos tipos de semilla, mientras son tóxicos para la germinación de otras, e.g., atrazina, lazo.

Estas definiciones no deben tomarse en el sentido estricto de la palabra. Así bien, un herbicida total puede convertirse en selectivo, si bajamos la dosis (e.g., monuron) a la inversa un herbicida selectivo puede convertirse en total si se sobrepasa la dosis normal de empleo, e.g., atrazina, diuron. En el caso de los herbicidas no selectivos de

contacto, se puede lograr selectividad haciendo aplicaciones con pantalla, dirigido a la maleza y no al cultivo.

En función del momento de aplicación o época de aplicación

Según el momento en que se aplican los herbicidas, los tratamientos pueden ser de: pre-siembra, pre-emergencia y post-emergencia.

Tratamiento de pre-siembra. Práctica que se realiza después de la preparación del suelo, pero antes de la siembra o plantación. Esta labor puede ser realizada de las siguientes formas:

Pre-plantación. Después de preparar el suelo aplicar un riego con el objetivo de estimular la germinación de las arvenses. Una vez brotadas las arvenses se aplica un producto de acción total no residual. Con esto, al momento de la siembra tendremos nuestro campo libre de arvenses, e.g., glifosato.

Pre-siembra incorporado. En este caso el herbicida es aplicado junto con la última grada. El herbicida debe de quedar entre 2 y 4 pulgadas de profundidad, ya que por lo general estos productos son fotodegradables, e.g., trifluralina.

Tratamiento de Pre-emergencia: Este tratamiento se realiza al momento de la siembra o después de la siembra pero antes que emerjan las arvenses. El tratamiento puede ser de pre-emergencia a ambos -maleza y cultivo- o de pre-emergencia a uno de ellos. Este tratamiento es muy útil porque protege al cultivo durante la época crítica. e.g., atrazina.

Tratamiento de post-emergencia. Estos productos se aplican después del nacimiento de las arvenses y de la planta cultivada. En este caso se pueden dar dos modalidades:

Post-emergente no dirigido. La aplicación se realiza sobre el cultivo y la maleza en forma indiscriminada, e.g., propanil en el cultivo del arroz.

Post-emergente dirigido. Se busca un contacto mínimo con el cultivo y máximo con las arvenses.

En función del lugar de aplicación

Aplicación al follaje. Se aplican al follaje aquellos productos que son absorbidos solamente por las hojas o transportados solamente por el tejido que lleva los alimentos elaborados (floema).

Aplicados al suelo. Al suelo se aplican aquellos productos que se absorben por la raíz, o bien se transportan por el tejido que lleva el agua y las sales (xilema).

En función del modo de aplicación

La aplicación realizada con bomba de mochila o aspersoras tiradas por un tractor se conoce como terrestre, y puede ser:

General o total. Cuando cubre todo el terreno, en este caso se asperjan las arvenses junto con el cultivo.

Tópica o dirigida. Cuando

la aplicación se dirige directamente a la maleza. Puede incluir las arvenses que se encuentran entre los surcos, llamándosele a esta aplicación en bandas, o ser una aplicación particular para cada arvense o grupos de arvenses, si es que de esta forma se presentan en el campo. Cuando el área a tratar es extensa, puede hacerse una aplicación aérea, siendo esta de forma total sobre el campo. Actualmente se ensaya con éxito la aplicación de herbicidas con el agua de riego, esta tecnología ha tenido buenos resultados.

En función del tiempo de acción

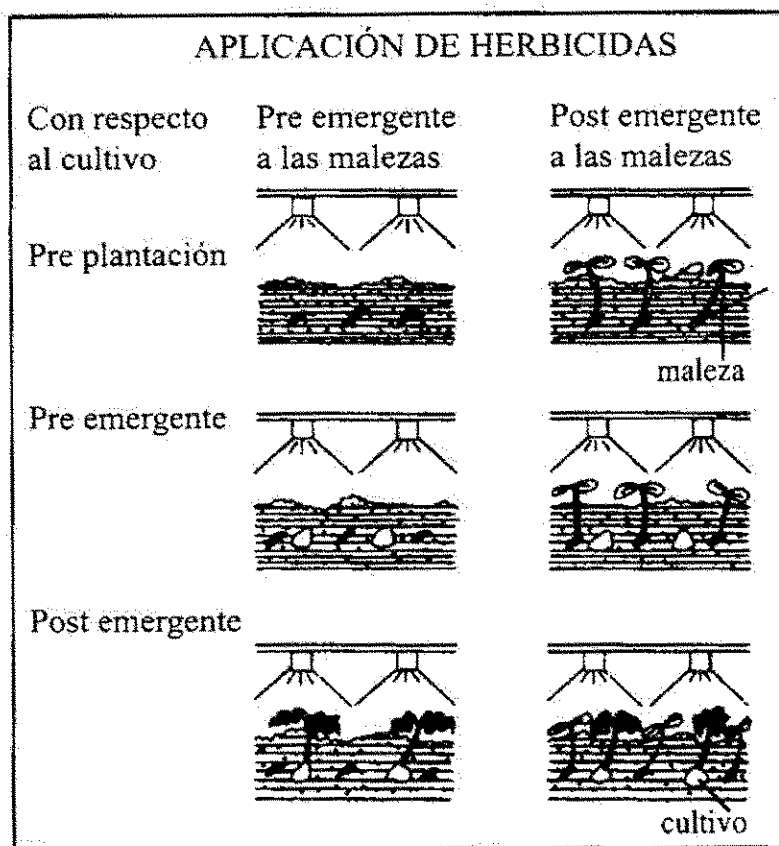


Figura 25. Diagrama representativo del momento de aplicación de los herbicidas en relación al cultivo y a las malezas.

matan las arvenses con las cuales entran en contacto. Su acción tóxica es de muy corta duración, perdiendo su efectividad en pocos días.

Residuales. Son aquellos herbicidas que permanecen en el suelo el tiempo suficiente como para ir controlando las arvenses en el momento de su germinación, sus efectos son relativamente largos. *e.g.*, atrazina.

Cuando se va a realizar una aplicación, conviene conocer a que categoría pertenece el producto, ya que así podemos sugerir la modalidad de empleo. Así por ejemplo, un herbicida selectivo de contacto para tratamiento de post-emergencia tendrá que aplicarse sobre las arvenses muy jóvenes. *e.g.*, propaniles en arroz.

Un herbicida de absorción radicular tendrá que distribuirse en una cantidad de agua considerable para ponerlo rápidamente al alcance de las raíces y además aplicarlo en el

momento de crecimiento activo, es decir cuando la absorción radicular y el movimiento de la savia bruta están en actividad constante.

Toxicidad a los Humanos

Por lo general los herbicidas son de baja toxicidad, ésta se expresa por el valor de la dosis media o dosis letal 50, que es la cantidad tóxica necesaria para causar la muerte a un 50 por ciento de una población de animales experimentales bajo ciertas condiciones. Los valores se dan en mg de compuesto químico por kilogramo de peso del cuerpo. Dosis letal 50 (DL50) entre 50 y 500 miligramos de compuesto químico por kilogramo de peso de cuerpo es medianamente tóxica.

A pesar de lo mencionado anteriormente hay que resaltar que el 2,4-D y el paraquat están incluidos entre los 12 pesticidas más dañinos del mundo. El resto de productos herbicidas son de baja toxicidad.

Todo producto químico lleva una etiqueta para su correcta identificación, dicha etiqueta esta acompañada en la parte inferior por una franja que indica la toxicidad del producto. A continuación se presenta la característica tóxica que representan los colores de dicha franja:

| | | |
|-----------------|------------------|-----------------------|
| Franja roja | Categoría I y II | Extremadamente tóxico |
| Franja amarilla | Categoría III | Altamente tóxica |
| Franja azul | Categoría IV | Moderadamente tóxico |
| Franja verde | Categoría V | Toxicidad leve |

Nomenclatura de los Herbicidas

Cada herbicida tiene básicamente tres nombres:

Nombre químico. Se refiere al nombre de la molécula del ingrediente activo *e.g.*, 3,4 Dicloropropionanilida

Nombre técnico (común). Se deriva del nombre químico y es usado en la literatura científica, se escribe siempre con letras minúsculas, *e.g.*, propanil

Nombre comercial. Es el nombre usado en la literatura popular, el cual difiere según el laboratorio o casa comercial que formule el producto. Pueden existir varios nombres comerciales patentados por una o más firmas productoras, pero todos ellos se refieren a una misma estructura química. En la literatura, la primera letra del nombre comercial se escribe con letra mayúscula, *e.g.*, Stan LV-10; Surcopur; Herbax, Supernox, etc. Todos estos nombres corresponden al propanil.

Necesidad de Experimentos Locales

Los herbicidas que se emplean en nuestro país son fabricados generalmente en países como: Estados Unidos, Alemania, Suiza, Inglaterra, etc. donde han sido desarrollados y sometidos a pruebas estrictas. Las condiciones de esos países son diversas y opuestas a las condiciones que predominan en nuestras latitudes, es por esta razón que los herbicidas, aún después de haber sido probados en su país de origen deben someterse a pruebas oficiales en nuestro país antes de autorizar su venta en el ámbito local. Dada la gran diversidad de suelos y condiciones climáticas predominantes en las diferentes regiones, es conveniente se hagan pruebas regionales para determinar los efectos de estos productos sobre las arvenses y el daño a las plantas cultivadas.

Es importante también la comunicación con agricultores, a los cuales se les debe recomendar, no realizar aplicaciones extensivas con productos desconocidos hasta haberlos probado en pequeños lotes y haber observado sus efectos.

Fisiología de los Herbicidas

Hace años el hombre inventó los herbicidas, con el objetivo de afectar o eliminar las plantas que de alguna manera lo estaban afectando. Se han utilizado desde la sal y la ceniza, hasta complicadas moléculas orgánicas en nuestros tiempos. Históricamente han sido importantes los siguientes avances: caldo bordéales, ácido sulfúrico, arseniato, dinitrofenoles, 2,4-D y glifosato. Actualmente son muchos los grupos químicos de herbicidas: alifáticos, amidas, amitroles, benzoicos, bupiridilos, carbamatos, dinitroanilinas, éteres difenilos, fenóxidos, nitrilos, tiocarbamatos, carbamatos, triazinas, ureas, ariloxifenoxi, sulfonilúreas, imadazolinonas, diazinas, entre otros grupos. Actualmente en Nicaragua se usan cerca de 40 herbicidas. La compra de estos herbicidas representa millones de dólares, superando a los insecticidas y fungicidas en cuanto a cantidad aplicada y costo total.

Hasta que la tecnología genere un método superior a los herbicidas para combatir las arvenses, éste es el más espectacular. El empleo de herbicidas ha traído muchos beneficios en la agricultura, industria y recreación para el hombre. Sin embargo, en muchas ocasiones su mal uso ha hecho que se cuestionen como potenciales contaminantes.

Cuando un herbicida entra en contacto con la planta, su acción queda asociada tanto a la anatomía y morfología de la planta, como a numerosos procesos fisiológicos y bioquímicos que ocurren dentro de la planta. La interacción de estos factores con el herbicida determina el efecto específico de un herbicida sobre una planta dada. Los procesos de la vida de las plantas son muy variados, son muy complejos y se encuentran delicadamente equilibrados, cuando uno de dichos procesos es perturbado aunque sea muy levemente, se desencadena una serie de eventos que podrían modificar ampliamente el metabolismo de la planta.

Es difícil comprender y explicar como actúan los herbicidas, debido a que es un problema muy complejo, sin embargo, gracias a miles de estudios hechos por cientos de investigadores en los últimos tiempos se han logrado grandes avances.

Es necesario conocer las principales características de estos químicos con el objeto de buscar cada día su mejor uso y manejo. Una sustancia orgánica o inorgánica para que sea considerado un herbicida debe causar toxicidad en las plantas, afectándolas de leve a letalmente.

El modo de acción de un herbicida se refiere a toda la secuencia de acontecimientos desde el momento en que el herbicida entra en contacto con el vegetal hasta sus efectos finales (llegando o no a la muerte). El mecanismo de acción significa la principal lesión bioquímica o biofísica que ocasiona el efecto o los efectos de herbicidas en el vegetal.

Cuando un herbicida entra en contacto con un vegetal muchas de sus reacciones bioquímicas y biofísicas pueden ser alteradas, en pocos casos hay estimulación y en muchos inhibición. El efecto de herbicida dependerá de sus propias características químicas y físicas y de las características del o los vegetales a aplicar.

Relación herbicida-planta. Los procesos importantes a estudiar en la relación herbicida planta son: absorción, translocación, destino molecular, mecanismo de acción y sintomatología.

Absorción. El primer paso para que el herbicida cumpla sus propósitos es que tenga contacto con la planta, es decir, que penetre. La absorción puede ser muy lenta o rápida de acuerdo con las características del herbicida y/o los órganos de la planta por donde suceda, esto pueden ser: hojas, raíces, tallos, yemas y/o semillas, principalmente.

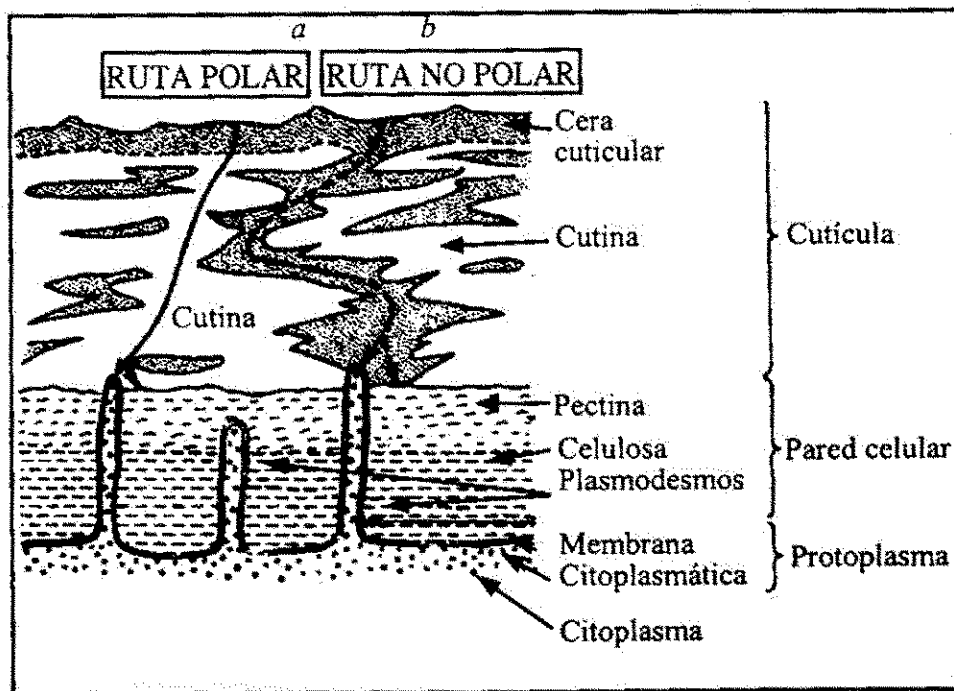


Figura 26. Diagrama hipotético de que representa aspectos de la absorción foliar. Rutas hipotéticas de entrada de los herbicidas, a) herbicidas polares, b) herbicidas no polares.

La absorción foliar es muy importante, puede ser por la superficie de la hoja o por los estomas. Para alcanzar el sistema vivo de la planta debe superar ciertas barreras, como son: cera cuticular, cutina, pectina y celulosa. Estas capas tienen diferentes comportamientos respecto al agua. La cera cuticular es no polar (lipofílica) o afín con las grasas. Los herbicidas según sus características pueden ser polares o no polares, a los primeros se les dificulta superar la cera, pero al hacerlo, la penetración es rápida. Los segundos atraviesan fácilmente la primera capa pero su paso se dificulta en las otras capas. Otras barreras a la penetración foliar son las pubescencias o estructuras de protección en las hojas.

La absorción radical también es muy importante cuando el herbicida se coloca en el suelo. Antes de describir este tipo de absorción es necesario definir los siguientes términos: simplasto, sistema continuo de protoplasma de células cuyo principal constituyente es el floema y apoplasto: sistema constituido por la totalidad de las paredes continuas de células muertas pero funcionales de la planta, cuyo principal constituyente es el xilema.

La absorción radical es controlada por el coeficiente de transpiración, mediante un mecanismo osmótico activo (con gasto de energía) y por las diferencias de potencial de agua dentro y fuera de la planta. Los herbicidas entran a la raíz por las tres rutas: Apoplásticas o entrada pasiva con el agua, simplástica o entrada activa al sistema vivo protoplasmático y por la vía aposimplástica que utiliza las dos rutas. De todas formas, es más importante la penetración por el xilema que por el floema. Como la raíz no tiene cera, los compuestos polares son absorbidos más eficientemente.

Otros herbicidas son absorbidos casi exclusivamente por los sitios de crecimiento luego de la germinación, como son el coleóptilo, epicótilo, plúmula o radícula. La eficiencia de la absorción por los tallos depende de las barreras presentes antes de tener contacto con el xilema o el floema.

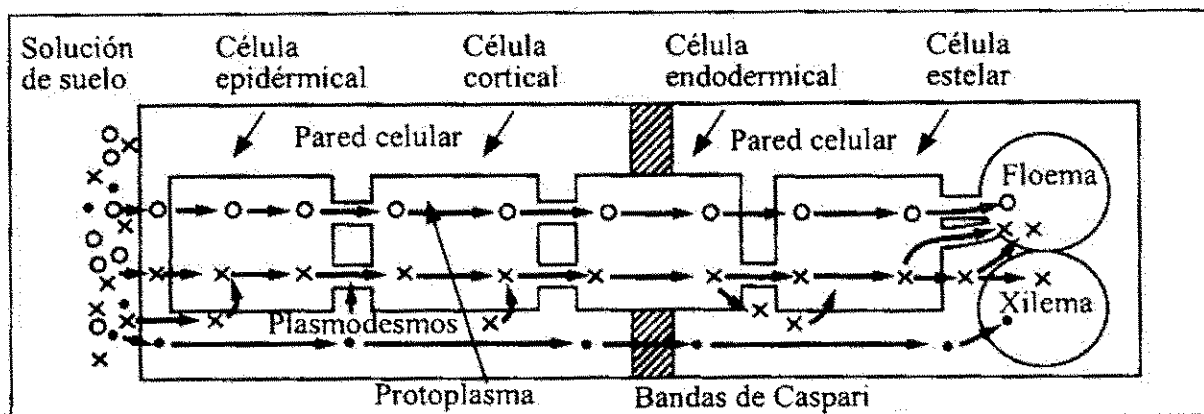


Figura 27. Diagrama hipotético que representa la absorción de los herbicidas a través de las raíces. ● Moléculas capaces de penetrar a través de la pared celular (apoplasto) se difunden a través de las bandas de caspari y penetran al xilema. Moléculas capaces de penetrar al protoplasma (simplasto), pasan de célula a célula a través de los plasmodesmos, y entran al floema, × moléculas capaces de de entrar a través de ambas rutas, paredes celulares (apoplasto) y protoplasma (simplasto) y penetrar a través de ambos, xilema y floema.

Translocación. Propiedad del herbicida que le permite transportarse del sitio de absorción a un sitio lejos donde se acumule y actúe. La translocación o movimiento puede ser por el simplasto, apoplasto o por ambos. El herbicida simplástico glifosato, fenoxaprop-etil, entre muchos herbicidas) sigue el mismo camino multidireccional de los azúcares producidos en la fotosíntesis por el floema. Esta ruta irá a diferentes sitios que dependerán del estado de crecimiento de la planta, produciéndose una relación fuente-demanda (*e.g.*, como fuente una hoja y como demanda un meristemo apical). El movimiento se explica por diferencias de potencial entre células de la fuente y la demanda.

En general, se dice que para que exista movilidad (translocación) del herbicida, éste debe permitir que el sistema permanezca vivo. La translocación se facilita en plantas con buen balance nutricional y la velocidad de translocación es mayor en tejidos jóvenes.

De manera general, se dice que los herbicidas de translocación simplástica son aquellos aplicados sobre la parte aérea (follaje) de la planta objetivo después de haber emergido de la superficie del suelo y en un estado de activo crecimiento. De ahí los herbicidas aplicados en emergencia, post-emergencia temprana y post-emergencia tardía.

El herbicida apoplástico (*e.g.*, atrazina, diurón, linurón, entre otros) penetra y se transporta mejor desde el sistema radical avanzando con el torrente de transpiración en sentido estrictamente unilateral hacia los ápices foliares. Debido a que su movimiento es por un sistema funcional pero no vivo (apoplástico) su movilidad no es afectada por la toxicidad. Hasta aquí se ha definido en forma estricta absorción y translocación apoplástica y simplástica.

En la mayoría de los casos la penetración y el movimiento no se hace exclusivamente por un sistema, pudiendo haber combinación de sistemas. Sin embargo casi siempre predomina un sistema por el cual el proceso es más eficiente, pero en el caso de translocación puede cambiar de apoplástico a simplástico por difusión o toma activa.

De lo anterior se deduce que algunas plantas pueden tolerar un herbicida si se aplica en un sitio donde es difícil que penetre, o desde donde no se transloca fácilmente, en este caso se obtendrá selectividad posicional al herbicida. Los factores más importantes que pueden limitar tanto la penetración como la movilidad son: arquitectura de la planta, posición de las hojas, anatomía foliar, posición de los puntos de crecimiento, distribución del xilema y floema y tipo de raíces.

Destino molecular. Cuando un herbicida entra en contacto con un vegetal, independiente de si lo afecte o nó, se incorpora física y químicamente a su metabolismo, pero esto depende de las características de la planta. De otro lado, la molécula aplicada sufre cambios en el tiempo. En la mayoría de los casos estos cambios se suceden después del contacto con la planta, durante la absorción o durante la translocación.

Las transformaciones del material inicialmente aplicado pueden reducir los efectos de herbicida, denominándose inactivación. e.g., la atrazina se convierte en hidroxia-trazina que no es fitotóxica, o la cantidad para que lo sea es muy superior a la dosis efectiva de atrazina. También, en otros casos las modificaciones pueden aumentar los efectos del herbicida denominándose activación. Por ejemplo, el 2,4-DB es de muy bajo actividad pero dentro del vegetal susceptible se convierte en 2,4-D que ejerce su efecto tóxico. En las plantas en las que no se sucede el cambio hay selectividad y en este caso se trata de selectividad fisiológica.

Otra situación posible es que no haya degradación, es decir, ruptura o desprendimiento de partes de la molécula hacia compuestos más simples, sino que se forman conjugados con componentes propios del metabolismo, como aminoácidos, azúcares, etc. En muchos casos las diferencias en conjugación resultan en selectividad a ciertas plantas.

Hay especies de plantas que pueden tener diferentes grados de capacidad para modificar la estructura química de un herbicida; estas diferencias son las que frecuentemente determinan su tolerancia a un herbicida dado. Algunas plantas son capaces de inactivar tan rápidamente el herbicida que no sufren daño, mientras que otras mueren, e.g., la atrazina, utilizada en maíz.

En muchos casos el herbicida "parental" o sus metabolitos causan cambios a nivel enzimático, lo cual puede modificar a su vez el metabolismo primario o secundario del vegetal. Dentro del vegetal el herbicida puede sufrir: oxidación, decarboxilación, deaminación, dehalogenación, detiolación, dealkilación, hidrólisis, hidroxilación o conjugación. Salvo algunas excepciones, la molécula original del herbicida es convertida dentro del vegetal en elementos químicos aislados, CO_2 y agua. Hay casos muy extremos en que el producto puede pasar hasta la tercera generación de una planta vía semilla.

Mecanismo de acción. Las plantas deben su vida a su continuo y complejo metabolismo, que simplemente es un variado y extenso número de reacciones que se suceden continua e instantáneamente en la planta. El metabolismo primario lo constituyen rutas metabólicas claves con propósitos definidos de producir compuestos esenciales. Todas las rutas del metabolismo primario son esenciales para la vida del vegetal.

En general, las vías metabólicas o procesos esenciales que afectan los herbicidas son: fotosíntesis, respiración, inter conversión de carbohidratos, lípidos, proteínas, ácidos nucleicos, carotenoides, nitrógeno, división celular, balance hormonal, aminoácidos y alteración de membranas, entre otros.

Siendo muy simplistas, se pueden generalizar por grupos químicos de herbicidas de acuerdo con su mecanismo general de acción o procesos más afectado. Esto debe tomarse como una generalización no muy acertada, pero sirve para comenzar el estudio de los mecanismos de acción. En general, no es sólo un proceso el afectando sino varios, algunos veces simultáneamente y otras en forma secuencial. Cada vez que la

ciencia avanza en el estudio del funcionamiento de la planta, en el ámbito bioquímico se descubren nuevos eventos afectados por los herbicidas.

Sintomatología. La forma y aspecto general de una planta a su crecimiento diferencial son producto de reacciones bioquímicas previas, e.g., la germinación de la semilla se da por la energía que proviene del metabolismo de los materiales de almacenamiento que se encuentran en las semillas producidas por la misma planta. Si los herbicidas pueden afectar rutas metabólicas en plantas susceptibles, entonces se producirán síntomas de fitotoxicidad en los órganos afectados, propiciando un crecimiento anormal de la planta, expresado en efectos morfológicos, anatómicos y citológicos los cuales son específicos de un herbicida dado para una especie de planta.

La sintomatología está determinada por el modo y mecanismo de acción. Los síntomas o respuestas anormales pueden ser: disminución de la emergencia, diferentes tipos de clorosis o pérdida del color normal, epinastía, hiponastía retraso del crecimiento, un variado número de malformaciones en diferentes órganos y senescencia prematura, entre otros. En general, se llega a la muerte parcial o total del tejido. La sintomatología puede ser leve a crónica, esto dependerá de la especie y la dosificación real. Se dice que aún con los herbicidas más selectivos, en plantas tolerantes se suceden cambios que son superados tan rápidamente que no hay síntomas visibles, pero se asume el principio de que cualquier sustancia exógena que penetre en la planta se incorpora de alguna manera al metabolismo.

a

b



Figura 28. Síntomas de toxicidad de herbicidas a) Daño ocasionado por sobre dosis de metholachlor en frijol común, b) toxicidad de clomazone en maíz (inhibidor de la pigmentación).

Comportamiento de los Herbicidas en el Suelo

El comportamiento de los herbicidas tiene gran importancia tanto si son aplicados directamente al suelo (tratamientos pre-emergentes) como si son dirigidos contra la vegetación nacida. Especialmente fue el uso de tratamientos pre-emergentes lo que indujo a estudiar profundamente la naturaleza del suelo, comprobándose rápidamente que la naturaleza específica del mismo era capaz de influir grandemente sobre la actividad general y muy específicamente sobre la selectividad y fitotoxicidad de los herbicidas.

Los herbicidas aplicados al suelo son directamente afectados por las características del suelo. Las numerosas características del suelo; las diferentes clases de herbicidas; el gran número de especies de plantas y las variaciones climáticas hacen que el estudio de los herbicidas en relación a los suelos sea diverso y complejo.

Los herbicidas aplicados al suelo desarrollan un complicado y variante dinamismo con cada uno de los componentes del suelo. Entre estos están: minerales, humus, sustancias disueltas, atmósfera del suelo, microorganismos, animales y vegetales.

Se puede decir que cualquiera que sea el herbicida, método de aplicación o sistema donde se emplee, siempre habrá por lo menos una parte que llega al suelo. El comportamiento de este medio es un aspecto importante en la interacción herbicida-ambiente. El tiempo que un herbicida o sus productos de transformación permanecen en el suelo, determina el tiempo probable de control de las especies tratadas, el uso futuro del sitio aplicado y también su efecto sobre el medio y otros organismos hacia los cuales no va destinado el herbicida.

La permanencia de un herbicida en el suelo depende principalmente de ocho factores: adsorción, descomposición microbiana, descomposición química, lixiviación, volatilización, foto-descomposición, remoción por vegetales y arrastre superficial. El efecto en cada uno de estos factores cambia o es determinado por el clima (temperatura, humedad relativa, precipitación y luz) y por las características físico-químico tanto del herbicida como del suelo. Es decir, el comportamiento varía según las condiciones de cada sitio. No hay reglas que sean aplicadas a todas las situaciones, por tanto, no se puede generalizar.

Se dice que el estudio de estos factores es mas importante en herbicidas aplicados al suelo, principalmente pre-siembra de cobertura o incorporados y pre-emergentes. Sin embargo, estos factores afectan también, en muchos casos, el comportamiento de herbicidas aplicados en post-emergencia temprana.

Adsorción. Adsorción es la atracción física o química de una sustancia a una superficie. Se considera un proceso de equilibrio entre el herbicida adsorbido a las partículas del suelo y la cantidad disponible en la solución del mismo. Se tiene como principio que el herbicida adsorbido no está en forma absorbible por las plantas, mientras que el herbicida en la solución es la forma absorbible. La capacidad de adsorción de un suelo se puede medir como la capacidad de intercambio básico, la cual se puede expresar en miliequivalentes (meq) de hidrógeno por 100 g de suelo seco.

Un suelo con una capacidad de 1 meq puede absorber 1 mg de hidrógeno (o sus equivalentes) por cada 100 gramos de suelo, es decir 10 ppm. La adsorción es afectada por la textura del suelo, materia orgánica, tipo de arcilla, temperatura, solubilidad, pH y humedad.

Textura. Suelos arcillosos tienen más superficie de contacto que los arenosos. Los suelos con alto contenido de arcilla requieren más herbicida para tener actividad herbicida, debido a que parte de la sustancia es adsorbida y no disponible.

Materia orgánica. Esta tiene mayor superficie de contacto que las arcillas, y consecuentemente su capacidad de adsorción es mayor (200 meq por 100 g de suelo). A medida que el contenido de materia orgánica se incrementa, aumenta la adsorción, por lo cual se deben aplicar cantidades mayores de herbicida para obtener la misma efectividad. El principal componente de la materia orgánica es el humus, el cual posee capacidad de adsorción elevada.

Tipo de arcilla. Las arcillas poseen un radical negativo, el cual atrae hacia su superficie los iones positivos (cationes) tales como: H, Ca, Mg, Na, NH_4 . Estos cationes son fácil y gradualmente desplazados o intercambiados por otros cationes, dándose el proceso de intercambio catiónico o intercambio básico.

El número de cargas negativas y el número de capas es distinto en cada arcilla, por lo tanto la adsorción es diferente. Se considera que la capacidad de adsorción sigue la relación de la CIC. Así: kaolinita 15 meq; illita 30 meq; montmorillonita 100 meq; vermiculita 150 meq.

Analizando las aseveraciones anteriores podemos llegar a las siguientes conclusiones: para controlar arvenses en suelos con elevado material orgánico (humus) se requieren grandes cantidades de herbicidas aplicables al suelo. Se requiere mayor cantidad de herbicidas en suelos arcillosos que en suelos arenosos; en suelos con alto contenido de materia orgánica y arcilla los herbicidas tienden a permanecer por más tiempo que en suelos arenosos, bajo estas condiciones los herbicidas son liberados tan lentamente que pueden perder sus capacidades controladoras.

Humedad. El contenido de humedad en el suelo puede impedir o limitar la adsorción de los herbicidas.

Temperatura. Un aumento de la temperatura incrementa la inestabilidad de las moléculas y por ende disminuye la adsorción.

Solubilidad. La relación es inversa, el comportamiento en términos generales es que un herbicida menos soluble es más adsorbido, un herbicida más soluble es menos adsorbido.

p.H. En el caso del pH no se puede generalizar, puede existir más adsorción cuando el pH disminuye (e.g., atrazina) debido a la alta concentración de iones hidrógeno, los cuales pueden ayudar a cargar la molécula positivamente. En otros casos (e.g., 2,4-D) un aumento del pH (menos H^+) causa disociación, lo cual hace que la molécula pasa a una forma más negativa produciéndose menos adsorción.

Descomposición microbiana. Los principales microorganismos del suelo son algas, hongos y bacterias. Los componentes orgánicos del suelo proporcionan su energía o alimento. Los herbicidas orgánicos son fuente de energía y son utilizados por microorganismos, siendo el factor más importante en su degradación. En general, después de aplicaciones sucesivas de un herbicida, la población de microorganismos que lo utiliza se incrementa degradándole, y disminuyendo así su residualidad. La degradación

microbiana es muy importante, pues la mayoría de los herbicidas son susceptibles a degradarse de esta manera (fenoxiderivados, ureas, triazinas, etc.,).

Los factores que afectan la velocidad de la degradación son: especies predominantes, exposición previa al herbicida, concentración del herbicida y disponibilidad de otros nutrientes. En general, las relaciones son las siguientes: a mayor temperatura, mayor biodegradación, a mayor humedad, menor actividad microbiológica; a pH bajo se reduce la actividad excepto en *Rhizobium*; a mayor aeración, mayor actividad microbiana.

Descomposición química. Desde que la molécula original del herbicida es colocada en el suelo, se inician una serie de transformaciones por medio de reacciones como: hidrólisis, dealkilación, hidroxilación, oxidación, dehalogenación, ciclización y decarboxilación, entre otras. Esta descomposición puede activar o inactivar el compuesto.

Algunas triazinas pueden sufrir proceso de hidrólisis en los suelos, dando lugar a compuestos análogos no fitotóxicos. De igual manera, el dalapon que es un producto muy higroscópico puede sufrir hidrólisis y perder su efectividad herbicida, sobre todo a temperaturas elevadas.

Lixiviación. Es el movimiento del herbicida con el agua a través del suelo. Este movimiento puede determinar la eficiencia herbicida, puede explicar selectividad o puede ser un factor en la remoción del producto. La lixiviación depende de: la textura del suelo, la adsorción, la solubilidad del herbicida y la cantidad de agua en movimiento. La solubilidad del herbicida es el principal factor que afecta la lixiviación. Herbicidas con alta solubilidad en agua también presentan altos coeficientes de lixiviación. Por lo anterior, el lavado efectivo de un herbicida está determinado por factores de suelo y climáticos. Es de esperar un coeficiente de lavado mayor; cuando menor sea la capacidad de adsorción del suelo; cuando mayores y concentradas sean las precipitaciones pluviales o la frecuencia de los riegos y cuando más se eleve la temperatura. Existe mayor lixiviación cuando el herbicida es más soluble; pero con ciertos herbicidas los enlaces de adsorción son mas determinantes. Los herbicidas pueden moverse en forma ascendente o lateral en el suelo, dependiendo principalmente de la evaporación.

Volatilización. Es el cambio del estado líquido a vapor y depende de la presión atmosférica, cuando la presión de vapor se equilibra con la presión atmosférica (760 mm a nivel del mar) el líquido cambia a vapor de 760 mm. Ciertos herbicidas tienen alta presión de vapor, lo que los hace altamente volátiles. Esto hace que se deban proteger al aplicarlos, entonces se generan los herbicidas colocados o incorporados. Sin embargo, herbicidas con presión de vapor baja pueden sufrir pérdidas en la superficie si son expuestos a temperaturas altas y por largos períodos de tiempo.

La volatilización del herbicida depende de su presión de vapor, pero también de la adsorción y su solubilidad. Con altos niveles de humedad, se aumenta la volatilidad del producto debido a la competencia del agua por sitios de adsorción. La lluvia o el riego en un suelo seco filtran el herbicida hacia el interior del perfil favoreciendo la adsorción y reduciéndose la pérdida por volatilización.

Foto descomposición. La descomposición por la luz es un proceso que se inicia cuando la molécula del herbicida absorbe energía lumínica, causando excitación de un electrón y produciéndose un rompimiento o formación de enlaces químicos. La mayoría de los herbicidas absorben la radiación de la zona ultravioleta. También la puede tomar por un proceso de "sensibilización" debido a energía adsorbida por la molécula y transmitida al herbicida; es decir, se sucede a longitudes de ondas distintas al espectro de absorción. La foto descomposición se sucede con mayor frecuencia en compuestos con alto contenido de nitrógeno, los que al ser colocados sobre la superficie del suelo se transforman en sustancias no activas.

Los productos resultantes de la foto descomposición son similares a los que se producen por medios biológicos y químicos. Los productos químicos aplicados a la superficie del suelo con frecuencia se echan a perder, sobre todo si permanecen largo tiempo sin lluvia.

Remoción por las plantas. Los vegetales en el proceso de adsorción, si las características tanto del herbicida como de la planta lo permiten, pueden remover la sustancia del suelo. Sin embargo, éste no es un factor determinante de la residualidad (tiempo que permanece con actividad un herbicida o compuestos en el suelo) o la persistencia (tiempo en que se considera que el herbicida se transforma a elementos simples, agua y CO₂ dentro del suelo). Se ha usado maíz para remover triazinas de suelos con alto contenido de este producto.

Arrastre superficial. Los herbicidas son llevados en el agua de escorrentía de las zonas aplicadas a corrientes de agua, reservorios y otras áreas. La solubilidad y adsorción influye principalmente en el arrastre superficial. Herbicidas insolubles y adsorbidos en la superficie del suelo pueden ser fácilmente arrastrados con partículas de suelo después de lluvias o riegos. Las características como, porosidad, compactación y textura del suelo determinan la intensidad del arrastre.

Únicamente con el conocimiento de las características de los herbicidas que tienen relación con la planta y el suelo, se puede determinar un manejo racional de los mismos.

Selectividad de los Herbicidas

Ante determinados herbicidas, algunas plantas mueren o retrasan su crecimiento, mientras que otras los toleran perfectamente, por lo tanto cuando se usa un herbicida

selectivo se retrasa el crecimiento o se elimina una especie de planta, generalmente la maleza, mientras que otras especies de plantas -el cultivo- son tolerantes al mismo tratamiento. La idea es eliminar la maleza, sin embargo, a veces solo es necesario retardar suficientemente su crecimiento hasta que la cosecha predomine.

En general, la selectividad puede ser física y fisiológica. Es física si la penetración del producto en la planta depende de los factores anatómicos de ésta, *e.g.*, hojas cubiertas de una cutícula impermeable al producto. La selectividad fisiológica estriba en que el producto absorbido no es soportado de la misma manera por distintas especies de plantas. Algunas reaccionan fuertemente, mientras que otras se quedan indiferentes en presencia del producto.

Normalmente se definen herbicidas selectivos y herbicidas totales. Es preciso hacer constar que dichas definiciones necesitan ajustarse, no pueden tomarse en el sentido estricto de la palabra. Un herbicida total puede convertirse en selectivo si bajamos la dosis, a la inversa un herbicida selectivo puede convertirse en total si se sobrepasa la dosis normal de empleo. La resistencia de una planta a la acción de un producto herbicida, nunca es total y absoluta si se sobrepasan los límites que marcan las normas del empleo del preparado. Con lo anterior expuesto, se puede afirmar que el carácter selectivo de un herbicida es relativo, por tanto esa selectividad se puede ver afectada por ciertas situaciones que no estén acordes a las especificaciones recomendadas para dicho producto.

Un herbicida es selectivo para determinado cultivo solo dentro de ciertos límites, dichos límites están definidos por una compleja interacción entre las plantas, el herbicida y el ambiente.

Factores relacionados al ciclo de la planta que afectan la selectividad. Son siete los factores relacionados al ciclo de la planta que pueden modificar la respuesta de la planta (tanto de las arvenses como de los cultivos) a un producto químico: etapa de desarrollo, grado de crecimiento, morfología, fisiología, procesos biofísicos, procesos bioquímicos y herencia genética.

Etapas de desarrollo. Con frecuencia la etapa de desarrollo de una planta condiciona su respuesta a un herbicida particular. Las plantas jóvenes son más tolerantes que las viejas. Los tratamientos de pre-emergencia que matan tanto a las semillas de arvenses como a las plántulas, comúnmente no producen efecto sobre arvenses establecidas.

Grado de crecimiento. Una planta con rápido crecimiento tienen un elevado porcentaje de tejido meristemático en ella, esto propicia una intensa actividad biológica en toda la planta. Por esta razón el grado de crecimiento influye grandemente en las reacciones que producen algunos herbicidas. En general las plantas de rápido crecimiento acusan más los efectos de los tratamientos que las plantas de crecimiento lento.

Morfología. La morfología de una planta determina si dicha planta puede o no ser eliminada por un herbicida específico. Las principales diferencias morfológicas

se encuentran en los sistemas de absorción (raíces) donde se localizan los puntos de crecimiento y en las propiedades de las hojas.

Sistema de raíces. Las arvenses anuales que aparecen en cultivos perennes pueden ser controladas debido a que la mayoría de ellas, poseen un sistema de raíces poco profundo, mientras que los cultivos perennes poseen sistema radicular extenso y profundo. Ateniéndonos a esto es fácil controlar arvenses anuales que crecen entre plantas de raíces profundas, tales como: cultivos industriales, árboles frutales y bosques ornamentales perennes, e.g., control de arvenses en café y cacao con la utilización de paraquat.

Localización de los puntos de crecimiento. Los puntos de crecimiento de las poaceas se localizan en la base de las plantas y bajo la tierra, por lo tanto están protegidos del contacto con el herbicida; de esta manera una aplicación de contacto puede dañar la hoja de las poaceas pero no sus puntos de crecimiento. La mayoría de las plantas de hoja ancha poseen puntos de crecimiento en las terminales de los retoños y en las axilas de las hojas. Estos puntos de crecimiento se encuentran directamente expuestos al producto químico aplicado, si son eliminados todos los puntos de crecimiento, la planta muere.

Propiedades de las hojas. Las hojas tienen algunas propiedades que protegen los cultivos tratados con herbicidas selectivos. Una gota de fumigación líquida puede adherirse solo a una pequeña parte de las hojas superiores angostas, o a hojas de superficie cerosa o corrugada o de pequeñas aristas; cuando se aplica directamente a dichas hojas, las gotas tienden a humedecer o a rebotar en las superficies quedando solo en pequeñas manchas, lo cual reduce el efecto del herbicida.

Fisiología. También la fisiología, que ya fue abordada, determina la cantidad de herbicida que toma la planta (absorción) y como se mueve el herbicida hacia el interior de la misma (translocación). Generalmente las plantas que absorben y translocan mayor cantidad de herbicida son las que mueren.

Las plantas que poseen cutícula penetrable o grandes estomas absorben mayor cantidad de herbicida, siendo mas expuestas al efecto del herbicida. Por medio de un agente humectante se puede lograr que la absorción sea igual en diferentes plantas eliminando la selectividad que existía previamente. El grado de traslocación y la cantidad de herbicida traslocado varían según los tipos de herbicidas y de plantas. Las condiciones ambientales lo pueden hacer variar aún en un mismo tipo de planta, e.g., el grado y la cantidad de traslocación del 2,4-D es mayor en especies susceptibles que en especies resistentes.

Procesos biofísicos. Las diferencias biofísicas que existen entre las plantas tales como adsorción y estabilidad de la membrana, pueden determinar si una planta puede o no ser eliminada.

Adsorción. La adsorción del herbicida por los constituyentes de la célula de la planta, paraliza la actividad del agente herbicida. En estudios se ha demostrado que los tejidos de las plantas que están cercanos al herbicida, hacen que el movimiento de este sea más lento. En casos especiales un herbicida puede encontrarse tan fuertemen-

te relacionado con algunos constituyentes de las plantas que no puede ser trasladado desde el punto de aplicación hasta el sitio de acción, o puede ser retenido tan fuertemente que no ejerce su acción herbicida. *Estabilidad de la membrana.* La estabilidad de la membrana también juega un papel importante dentro de los procesos biofísicos. La tolerancia a los aceites que existe en la zanahoria y en otros cultivos es uno de los ejemplos más antiguos de selectividad biofísica. Los aceites selectivos usados para el control de la vegetación adventicia, eliminan las arvenses dañando las membranas celulares y permitiendo que la savia celular fluya hacia los espacios intercelulares; esto hace que las células mueran y que los tejidos se sequen mas tarde. El cultivo no es eliminado debido a que sus membranas celulares son resistentes al daño.

Procesos bioquímicos. Las reacciones bioquímicas que tienen lugar en las plantas pueden proteger dichas plantas del daño de ciertos herbicidas. Entre tales reacciones se incluyen la inactivación enzimática y la activación del herbicida.

Inactivación enzimática. Muchos herbicidas reducen la actividad enzimática en algunas plantas pero no en otras, de manera que la selectividad interfiere con uno o mas procesos metabólicos de la planta o posiblemente con la fotosíntesis, esta inactivación enzimática diferencial puede eliminar ciertas plantas y dejar otras sin daño alguno.

Activación herbicida. Un producto químico inofensivo es activado en un herbicida, quedando listo para ser empleado en el control selectivo de las arvenses, e.g., el componente 2,4-DB relativamente inofensivo en algunas plantas, es convertido en 2,4-D que si elimina las arvenses.

Herencia genética. El complemento genético de una planta determina el grado de las respuestas de tal planta a su ambiente, muchas de esas respuestas son: morfológicas, fisiológicas o bioquímicas. Estas respuestas varían de un género a otro, sin embargo en un mismo género las reacciones de la planta para un herbicida dado, tienden a ser similares. Sin embargo, existen excepciones, la tolerancia a un herbicida puede variar considerablemente de una especie a otra, dentro de un mismo género o aún de una variedad a otra dentro de una misma especie. Así que, teóricamente es posible desarrollar y seleccionar variedades de cultivo que sean tolerantes a un herbicida específico.

Efecto de los herbicidas en la selectividad. El tipo de manejo y algunas características propias de los productos químicos herbicidas, constituyen factores que puede influir en el carácter selectivo de dichos productos, Son diversas las situaciones relacionadas al producto químico que pueden modificar el efecto de dicho producto hacia las plantas tratadas, dentro de ellos podemos mencionar:

La Configuración molecular. Las variaciones en la configuración molecular de un herbicida producen cambios en sus propiedades, las cuales a su vez modifican sus efectos sobre las plantas;. Entre dos herbicidas solo puede haber diferencias en la posición de un radical, lo cual es suficiente para modificar el comportamiento del producto, y en muchos casos el tipo de planta a controlar.

Tipos de toxicidad. En investigaciones realizadas se han logrado determinar dos tipos de toxicidad para el tejido de la planta: aguda y crónica. La palabra aguda se emplea para denotar intensidad o penetrabilidad, de manera que al hablar de un herbicida de toxicidad aguda se hace referencia a una eliminación rápida e intensa de la planta. Si la planta no muere inmediatamente entonces la ésta puede sobrevivir sufriendo solo efectos temporales. Los herbicidas de contacto normalmente producen toxicidad aguda.

La palabra crónica se usa para indicar larga duración, por tanto un herbicida con toxicidad crónica actúa lentamente. El efecto visible viene después de una semana o aún puede morir gradualmente en varias semanas después del tratamiento.

La concentración del herbicida. La concentración puede determinar si el herbicida inhibe o estimula las plantas. Puede darse el caso que un determinado producto que es letal para las plantas a una dosis recomendada, no tenga efecto alguno a bajas concentraciones, e incluso algunos a bajas dosis son capaces de estimular el crecimiento de las plantas, e.g., 2,4-D.

La formulación del herbicida. La formulación es vital para determinar si un herbicida es o no selectivo con respecto a una especie dada, e.g., la formulación granular permite que el producto caiga en las hojas de las plantas cultivadas y luego pase directamente al suelo donde ejerce su función, siendo esta una manera de obtener selectividad en cultivo poaceae como el arroz.

Forma de empleo de los herbicidas. La aplicación puede hacerse de tal forma que la mayor parte del herbicida cubra la maleza, pero que apenas toque el cultivo. Esto se logra aplicando directamente o con protectores o pantallas; la aplicación con protector evita que el herbicida entre en contacto con la planta cultivada, mientras que las arvenses sí son tratadas, la práctica se realiza simplemente colocando la espada del equipo bajo un protector, o se utiliza algún medio para proteger el cultivo.

La aplicación directa se emplea generalmente donde el cultivo crece en surcos y donde es más alto que las arvenses. La aplicación se hace de forma directa a las arvenses, de modo que muy poco herbicida logre hacer contacto con el cultivo.

Efectos de ambiente y suelo sobre la selectividad. Los factores ambientales dominantes que afectan la selectividad de los herbicidas son: textura del suelo; lluvia o riego aéreo y temperatura. En general, tomando en consideración el tipo de suelo y la cantidad de lluvia se puede determinar con precisión donde se localiza determinado herbicida en el suelo.

La intensidad con la cual la molécula química es retenida por las partículas de suelo afectará notablemente su movimiento o su estabilidad en el suelo; del mismo modo la alta solubilidad en agua del herbicida, la elevada precipitación y los suelos de tipo liviano favorecen una penetración profunda del herbicida.

Algunos herbicidas no propiamente selectivos, pueden ser eficaces debido a su localización en el suelo; tal selectividad depende de los diferentes hábitos de enraizamiento

del cultivo y de las arvenses; si se quiere eliminar la maleza de raíces profundas dejando intactas las siembras de raíces superficiales, debe usarse un herbicida que fácilmente se mueva de las zonas de enraizamiento del cultivo hacia la zona de enraizamiento de las arvenses; pero si se quiere eliminar las arvenses de raíces superficiales se debe escoger un herbicida que permanezca cerca de la superficie del suelo.

La temperatura del ambiente en que crece una planta influye notablemente en sus reacciones fisiológicas y bioquímicas, la selectividad de varias plantas para el herbicida también varía conforme la temperatura afecte diferencialmente sus procesos; un herbicida es un producto químico, la mayoría de las reacciones con las cuales el herbicida influye en la planta son de naturaleza química por lo tanto un cambio de 30° C a 36° C, puede duplicar o triplicar la actividad herbicida.

Factores que Influyen en la Efectividad de los Herbicidas

La aplicación de una dosis determinada de un producto químico no destruye las arvenses en el mismo grado en todos los casos. Aún para la misma especie de arvense un tratamiento que ocasiona una destrucción completa en un conjunto de condiciones, puede fracasar totalmente en predominancia de otras condiciones. Por lo tanto al establecer la dosis es preciso tener en cuenta la influencia de distintos factores cuya interacción determina el porcentaje de individuos de arvenses que pueden ser destruidos con el tratamiento.

Los factores que influyen en la efectividad de los herbicidas son los siguientes:

Dosis de aplicación. Un determinado herbicida viene recomendado a una dosis indicada, fuera de esa dosis puede tener efectos adversos a los esperados, *e.g.*, el Gesaprim en dosis de 2.8 kg ha⁻¹ es altamente seguro en el control de arvenses en germinación y en plántulas, no presentando ningún efecto sobre las plantas de maíz. A dosis mayores genera la eliminación total del cultivo, como la haría un herbicida total.

Momento de aplicación. Es conocida la estricta rigurosidad en los periodos de posible aplicación en los cultivos, de acuerdo con el desarrollo alcanzado por el mismo. El herbicida típico en este aspecto es el 2,4-D Amina, de amplio uso, cuyas condiciones para una efectiva selectividad hacia las arvenses de hoja ancha, sin dañar cultivos como: arroz, maíz, caña de azúcar y sorgo, radica en una precisa aplicación y dosificación. El grado de resistencia del cultivo a la aplicación de 2,4-D está determinado por la edad de la planta y por la dosis de herbicida. En el caso de arroz, el momento de aplicación debe corresponder con una determinada edad del cultivo que le permita resistir sin problemas.

En resumen, el arroz tiene dos periodos de susceptibilidad relativa al 2,4-D:

- De germinación a inicios del ahijamiento.
- Durante la fase reproductiva (de cambio de primordio a la floración).

Compatibilidad. La selectividad de los productos químicos puede verse influenciada por la compatibilidad. Al mezclar dos herbicidas o bien un herbicida con otro plaguicida, se está poniendo en crisis la selectividad, puesto que el grado de interacción entre dos o más productos hará variar en muchos casos la selectividad del herbicida. El caso más espectacular se da cuando se mezclan herbicidas propaniles (Surcopur, Herbax, etc.) con insecticidas fosforados (carbofuran, carbaryl, etc.). Siendo los propaniles de reconocida selectividad al cultivo de arroz, se convierten en agentes destructivos cuando se les mezcla con insecticidas fosforados o carbamatos.

El efecto de mezclar dos productos tiene variados resultados, de los cuales hay varios útiles, aunque no dejan de hacer variar la selectividad de los productos por separado. El caso de mezclar propanil (Surcopur) con benthiocarbo (Bolero, Saturn) es uno de ellos, donde el efecto logrado es sumatorio. En otras palabras las virtudes de cada herbicida se suman en la mezcla, alcanzándose las rápidas ventajas del propanil por su inmediato efecto de contacto, más el efecto residual prolongado del benthiocarbo.

Tipo de maleza presente en el cultivo. Como es conocido, cada herbicida tiene un grupo de plantas cultivables a las que no afecta en dependencia de las características biológicas que éstas posean. A esto se conoce como selectividad fisiológica o bioquímica. Como se mencionó en capítulo pasado se debe tanto a las diferencias de absorción y traslocación, como a las reacciones de desintegración del herbicida en las plantas cultivadas o en las propias arvenses.

Algunas plantas tienen mecanismos de destoxificación del herbicida como ocurre con el propanil, el cual es desdoblado por la enzima aryl-azylamidaza contenida en la planta de arroz, la que lo hace inactivo. Esta selectividad debida a características del metabolismo vegetal es más segura que la de origen no fisiológico, en la cual el herbicida no daña a la planta cultivada al no entrar en contacto con ella. A pesar de lo antes expuesto, algunas arvenses no son afectadas por las aplicaciones de propanil, e.g., las poaceas nocivas como *Leptochloa filiformis* (Plumilla) y *Cynodon dactylon* (zacate gallina) son tan resistentes como el mismo arroz a las aplicaciones de propanil, su control debe estar regido por la mayor precisión en el herbicida que se ha de usar, su dosis y su momento de aplicación. De lo contrario no la eliminamos y más bien dañamos al cultivo del arroz. En este cultivo se controlan las arvenses de hojas anchas con herbicidas del grupo de los fenóxidos, esto ejemplifica claramente el hecho de la eficacia relativa de un herbicida según la flora predominante.

Se ha demostrado que la caña de azúcar trasloca el 2,4-D mucho más lento que el frijol, esto hace suponer que la traslocación lenta del 2,4-D en monocotiledóneas es una causa que determina la resistencia contra este herbicida.

Se establece como verdadera selectividad la fisiológica, dado que independientemente de las particularidades morfológicas de las plantas, éstas pueden resistir (o perecer) ante la aplicación. No obstante, en la mayoría de los casos el empleo de un herbicida no es función solamente de una clase de selectividad. La selectividad se debe interpretar como el resultado complejo de varios factores que determinan si la planta cultivada queda protegida y las arvenses eliminadas.

Tamaño y etapa de desarrollo de las arvenses. El momento óptimo para realizar aplicaciones selectivas es cuando las arvenses se encuentran en estados tempranos de desarrollo. De esta manera se logra destruir con mas facilidad, menos gasto de producto y cuando el daño causado al cultivo es mínimo. En la etiqueta de cada herbicida viene señalado su momento de aplicación. Existen herbicidas que solo actúan sobre las semillas de las arvenses, otros sobre semillas y plántulas, sin afectar plantas en desarrollo.

En caso de herbicidas totales, no se debe esperar la madurez de la planta para su aplicación, ya que es poco el daño que se le puede causar, su aplicación debe ser en estadios jóvenes. Los herbicidas sistémicos se aplican en el momento de mayor actividad biológica de la planta, para que el producto pueda ser transportado por el sistema vascular de la misma.

Condiciones climáticas durante y después de la aplicación. Las condiciones meteorológicas tiene un marcado efecto sobre el éxito de la aplicación de un herbicida selectivo. Una lluvia posterior a una aplicación reducirá grandemente el efecto del producto químico al arrastrar parte de él.

En días secos y ventosos la solución aplicada se seca rápidamente y el producto químico queda en forma de pequeños cristales, los cuales pueden ser arrastrados por el viento.

Se ha observado que las circunstancias adversas al crecimiento determinan una mayor resistencia de las arvenses a las aplicaciones químicas. Las arvenses se hacen más resistentes en los periodos secos y ventosos, en tales condiciones tienden a ser más leñosas, la cutícula se vuelve áspera y adquiere mayor espesor. En las especies pubescentes, la pubescencia es mayor.

Una lluvia inmediatamente después de la aplicación reduce la efectividad del control. Son necesarias de 6 a 12 horas para evitar problemas, en este tiempo se incluyen los hormonales. Para cada herbicida, el tiempo estará en función de su capacidad de penetrar en el tejido vegetal, por tanto, los ésteres resisten mas el lavado de las lluvias que las sales amina. El clima puede afectar no solamente la absorción del herbicida, sino también la traslocación. En este sentido, las formulaciones sistémicas crean complicaciones cuando las condiciones ambientales no son favorables.

Otro elemento del clima que puede perjudicar el éxito de una aplicación es el viento, sobre todo en caso de herbicidas hormonales, los cuales poseen alta volatilidad,

siendo muy susceptibles a ser arrastrados por el viento. Además del problema de deriva, el viento puede causar problemas en el propio cultivo que se asperja, pues el producto no se distribuye uniformemente en el campo y sucede que algunas áreas reciben doble cantidad y otras quedan sin producto. Lo anterior es la causa de que durante la aplicación, queden zonas enmalezadas dentro del campo, o se permita daño al cultivo por pérdida de selectividad del herbicida.

Relación entre la concentración y el volumen de la aplicación. Cuando se utilizan herbicidas, es importante manejar con precisión las cantidades de ellos que se ha de utilizar y su mezcla con agua. De esto depende la correcta dosificación del herbicida y la máxima uniformidad en la distribución del mismo en la superficie a tratar. Por ejemplo, los herbicidas fenólicos cuyas dosis varían entre 0.5 y 2 l ha⁻¹ de producto comercial, un error en la uniformidad de aplicación traería peligrosos daños fitotóxicos para el cultivo. En cambio, otros productos herbicidas como los propaniles, cuyas dosis oscilan entre 4 y 10 l ha⁻¹, tendrían problemas con la efectividad al momento de controlar las arvenses.

Existe una dependencia relativa del volumen de la solución en relación con el tipo de herbicida empleado, podemos esperar las siguientes variantes:

Herbicidas residuales o de pre-emergencia. Estos productos pueden aplicarse de cualquier manera con tal de cumplir con los requisitos de buena distribución y dosificación. Tradicionalmente se recomienda su aplicación en un volumen elevado de agua, lo que tiene la ventaja de disminuir el peligro de errores en la homogeneidad de la distribución y de ayudar a la fijación del producto a los coloides del suelo. Esto último no es decisivo pues la mayor parte de estos herbicidas necesitan una elevada humedad del suelo para su correcto funcionamiento.

En este tipo de tratamiento no se recomienda agregar sustancias adherentes, ya que éstas solubilizan más el producto, aumentan su penetrabilidad en el suelo y con ello el riesgo de fitotoxicidad, disminuyendo de esa forma la persistencia del producto.

Existen herbicidas pre-emergentes que pueden ser incorporados mecánicamente sin necesidad de agua (e.g., trifluralina). Este procedimiento evita la exposición del producto a la acción libre de los agentes atmosféricos, favoreciendo así su fijación a los coloides del suelo, además de evitar que se pierda por volatilización. Por último, es necesaria una selectividad específica de la planta cultivada al herbicida pre-emergente, ya que por contacto resultaría imposible no dañarlo.

Herbicidas de contacto. Con este tipo de productos, los factores de mojabilidad juegan un papel esencial. El herbicida debe mojar y recubrir las arvenses de la forma más correcta posible. En aplicaciones aéreas los mejores resultados se obtienen con bajos volúmenes de agua; gota fina y presiones elevadas del equipo. De esta manera se consigue una mejor penetración en los puntos vegetativos de las arvenses, mejor recubrimiento, mojabilidad y adherencia.

Herbicidas sistémicos. Con los herbicidas sistémicos puros el problema de la aplicación se reduce a situar sobre las hierbas que se han de tratar un número reducido de gotas cm^{-1} repartidas uniformemente, esto permite emplear volúmenes bajos de agua, de hasta 10 litros por hectárea en aplicaciones aéreas. Se plantea que la cobertura es un factor crítico en el control de arvenses sin embargo, los compuestos sistémicos son menos dependientes de este factor. Una completa cobertura es necesaria cuando se usan dosis bajas, no obstante, se puede prescindir de este cubrimiento cuando se usan dosis altas. De esta forma el herbicida se puede traslocar por todas las partes de la planta.

Manejo del agua durante el período de aplicación. Antes de asperjar el herbicida, para conseguir una buena humectación, el campo debe estar completamente drenado, de manera que exista una máxima exposición de las arvenses a la solución asperjada. En lugares bajos y encharcados no se consigue un buen control, pues las arvenses no reciben el herbicida; éste es disuelto desproporcionadamente por el agua presente, perdiendo su poder de acción. La humedad del suelo debe permanecer siempre cercana a su capacidad de retención máxima, para cualquier tipo de herbicida en la etapa anterior a su aplicación. Esta condición es mucho más necesaria en herbicidas sistémicos, pues éstos requieren un ritmo fisiológico elevado en la maleza para poder trasladarse hasta los puntos de crecimiento y ejercer su acción correctamente. Si el suelo está seco, no existirán la adsorción y traslocación necesarias para que el herbicida sistémico se trasloque y por lo tanto no habrá buen control.

Factores debidos a la propia aplicación. Es fundamental que el equipo de aplicación de los herbicidas se encuentre en las mejores condiciones, y bajo constante revisión y mantenimiento. Una aplicación depende en gran parte del buen estado y correcto funcionamiento del equipo de aplicación. Un concepto muy generalizado y que se debe combatir a fondo, es que el equipo de aplicación debe durar muchos años, con un mínimo de atención, cuando en realidad una buena aplicación depende en gran parte de su buen estado y correcto funcionamiento.

Entre las fallas en la aplicación se mencionan las siguientes:

El equipo de aspersión. Se refiere a las fallas que se presentan en las aspersoras. Es necesario tener en cuenta todas y cada una de las partes que la componen, entender su funcionamiento y tener claro que al fallar un accesorio por pequeño que sea produce un desequilibrio general en el funcionamiento del equipo.

Agua. Puesto que el agua es el principal diluyente, la efectividad de una aplicación es afectada por la calidad del agua utilizada. Los distintos aspectos por los cuales puede fallar el agua son:

Calidad. Aguas sucias, las aguas muy turbias pueden anular totalmente la efectividad de los productos como en el caso del paraquat. Igualmente ocasionan un mayor

desgaste de algunas partes de la aspersora. Aguas duras, calcáreas o ferruginosas pueden afectar la solubilidad del herbicida, causando su sedimentación. Esta situación se presenta principalmente en aquellos productos cuya parte activa presenta radicales ácidos, *i.e.*: 2,4-D, dalapon, etc.

Cantidad. Los volúmenes de agua mayor o menor a los necesarios pueden causar falta de uniformidad en la aplicación, o bien en la disminución de la retención de la solución por las hojas. La cantidad necesaria de agua esta influida por la época de aplicación.

Aplicaciones al suelo. Incluye las aplicaciones de productos pre-emergentes, para los cuales se recomienda en general un volumen de agua entre 150 y 300 l ha⁻¹ para máquinas terrestres y de 20 a 40 l ha⁻¹ para avión.

Aplicaciones al follaje. Se refiere a las aplicaciones post-emergentes, ya sean totales o selectivas, se recomienda un volumen entre 250 y 400 l ha⁻¹ y hasta 80 l ha⁻¹ para máquina y avión, respectivamente. Los mayores volúmenes y presiones estarán determinados por la densidad del follaje.

Preparación y humedad del suelo. La preparación y humedad del suelo encierran en sí el éxito o el fracaso de una aplicación, máxime cuando se trata de aplicaciones pre-emergentes, sin que tengan relevancia en los tratamientos post-emergentes.

Por suelo bien preparado se entiende, además de la ausencia de terrones, que esté libre de restos vegetales y que posea una topografía adecuada. La buena preparación de suelo no solo es importante en la obtención de un lecho apropiado para la germinación de la semilla y en facilitar del desarrollo del sistema radicular de las plantas, sino que también contribuye a la mejor aplicación del herbicida.

Así mismo, por buena humedad se entiende no la que necesita el cultivo para germinar y desarrollar debidamente, sino lo que se encuentra en la superficie del suelo, que es lo que brinda al herbicida la posibilidad de bajar a las capas más profundas (3-10 cm según su naturaleza) e ir controlando las malas hierbas al momento de germinar las semillas. Las labores de preparación del suelo ejecutadas correctamente, en número suficiente y a intervalos razonables, permiten eliminar gran parte de la vegetación espontánea que posteriormente competiría con el cultivo por los nutrientes y la humedad del suelo.

Durante el proceso de preparación del suelo, deben ser previstas también las condiciones para el trabajo uniforme de los equipos de aplicación. La calidad de la aplicación con equipos terrestres está dada en gran medida por la marcha regular y uniforme, por lo que es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Eliminación de obstáculos que entorpezcan el trabajo de los equipos.
- Nivelación del terreno y eliminación de baches que produzcan vaivenes o impidan la marcha uniforme.
- En caso de existir zanjas de riego o de drenaje, deben preverse las medidas que

hay que tomar para evitar que se conviertan en obstáculos al momento de la aplicación.

En tratamientos post-emergentes son igualmente imprescindibles uno u otro factor. Si el terreno ha tenido una buena preparación se produce un intenso y uniforme en-hierbamiento del campo. Si se hace la aplicación en el momento adecuado se destruye de una sola vez un elevado porcentaje de todas las especies que habrían de germinar en esa área.

Si la tierra está mal preparada se pierde la uniformidad en la brotación de las arven-ses, las cuales surgirán con igual intensidad durante el ciclo vegetativo, requiriéndose de esa manera un mayor número de aplicaciones.

Si se hace la aplicación en suelo seco, los resultados son aún más negativos, por una parte la planta está fisiológicamente en reposo, por lo que los herbicidas afectan menos su metabolismo, y por la otra se pierde totalmente la acción residual.

Si el herbicida que empleamos en estos tratamientos tiene su principal acción cuando penetra por las hojas, puede también penetrar por el suelo si está húmedo, ejerciendo sobre las arvenses un doble efecto destructivo.

CAPITULO X

MANEJO DE ARVENSES EN ARROZ DE RIEGO

Las pérdidas causadas por las malezas en arroz de riego van más allá de la reducción del rendimiento. También pueden tener otros efectos dañinos, como son la obstrucción de los canales y zanjas de drenaje, aumentando los problemas de manejo del agua de riego. En estudios realizados en diferentes países con el fin de determinar la reducción de los rendimientos en el cultivo del arroz en donde se ha dejado crecer las malezas sin ninguna restricción; éstas causaron de un 20 a 40 por ciento de pérdida en el Japón, 45 por ciento en Estados Unidos y en Veracruz (México) la pérdida fue de un 100 por ciento (Hernández *et al*, 1967).

Las empresas arroceras deben de hacer una integración de diversos aspectos para la consecución de una buena producción, entre ellos podemos mencionar: niveles adecuados de fertilización, control integrado de plagas y enfermedades, adecuada preparación del terreno, buena existencia de maquinaria y un adecuado manejo de arvenses. Para cumplir con este último punto es importante el conocimiento sistemático de las especies, su distribución en las diferentes condiciones ecológicas presentes en el arrozal, los métodos de manejo disponibles; la relación de las arvenses con otros factores de producción, etc.

Arvenses prevalecientes en el cultivo del arroz en Nicaragua

Las arvenses de arroz en Nicaragua se encuentran bastante generalizadas en nuestros campos arroceros, debido a que se adaptan a las condiciones de anegamiento que prevalecen en el cultivo; Estas plantas son acuáticas y poseen al igual que el arroz un tejido aerenquimatoso que les permite una mayor circulación de aire de la parte aérea a la zona radicular. Las malas hierbas que han sido determinadas en los arrozales pueden ser clasificadas en: hoja ancha, poaceas y cyperaceas (Armenta *et al*, 1977). Aparte se mencionan aquellas arvenses que son propias de diques y canales. Las arvenses de hoja ancha a su vez las podemos dividir en arvenses acuáticas y semi-acuáticas.

Alemán (1989) realizó un estudio para determinar cuales son las arvenses comunes en arroz de riego, su distribución y cobertura en las condiciones propias de nuestras áreas

arroceras. Estos estudios indicaron que las arvenses predominantes en los diferentes complejos arroceros son las que se muestran en los Cuadros 18 y 19.

Cuadro 18. Arvenses de hoja ancha reportadas en el cultivo del arroz en Nicaragua

| Acuáticas | Nombre Común | Semi-acuáticas | Nombre Común |
|--------------------------------|------------------|--------------------------------|----------------|
| <i>Heteranthera limosa</i> | Lechuguilla | <i>Commelina diffusa</i> | Siempre viva |
| <i>Heteranthera reniformis</i> | Hoja de riñón | <i>Eclipta prostrata</i> | Eclipta |
| <i>Limnocharis flava</i> | Pelotitas | <i>Cyperonella pallustris</i> | Botoncito |
| <i>Monochoria vaginalis</i> | Monocoria | <i>Ammannia coccinea</i> | Pelo de agua |
| <i>Echinochloa andrieuxii</i> | llanten | <i>Ludwigia octovalvis</i> | Clavito |
| <i>Thalia geniculata</i> | Platanillo | <i>Ludwigia erecta</i> | Palisandro |
| <i>Lemna paucicostata</i> | Gramma de agua | <i>Rotala ramosior</i> | |
| <i>Sagittaria trifolia</i> | Oreja de burro | <i>Lindernia anagallidea</i> | |
| <i>Ninphaea sp</i> | Mondongo de agua | <i>Sphenoclea zeylanica</i> | |
| <i>Eichornia crassipes</i> | Jacinto de agua | <i>Aschynomene americana</i> | Huevo de rana |
| <i>Anabaena sp</i> | alga | <i>Sesbania exaltata</i> | Tamarindillo |
| | | <i>Vigna vexillata</i> | Frijol de agua |
| | | <i>Phaseolus atropurpureus</i> | Siratro |

Cuadro 19. Arvenses de hoja fina reportadas en el cultivo del arroz en Nicaragua

| Acuáticas | Nombre Común | Semi-acuáticas | Nombre Común |
|------------------------------------|------------------|------------------------------|--------------|
| <i>Hymenachne amplexicallis</i> | Trompetilla | <i>Cyperus iria</i> | Cortadera |
| <i>Brachyaria mutica</i> | Pará | <i>Cyperus tenuis</i> | |
| <i>Echinochloa colonum</i> | Gramma de agua | <i>Cyperus odoratus</i> | Navajuela |
| <i>Echinochloa cruz-pavonis</i> | Moco de pavo | <i>Cyperus rotundus L.</i> | Coyolillo |
| <i>Digitaria ciliaris</i> | Pendejuelo | <i>Cyperus sculentus</i> | Coquito |
| <i>Digitaria sanguinalis</i> | Manga larga | <i>Cyperus difformis</i> | |
| <i>Leptochloa filiformis</i> | Hierba de hilo | <i>Scirpus validus</i> | |
| <i>Leptochloa uninervis</i> | Plumilla | <i>Scleria theota</i> | Navajuela |
| <i>Ischaemum rugosum</i> | Falsa caminadora | <i>Fimbristylis annua</i> | Junquillo |
| <i>Rottboelia colchinchinensis</i> | Caminadora | <i>Fimbristylis millacea</i> | Arrocillo |
| <i>Oryza sativa</i> | Arroz rojo | <i>Eleocharis filiculmis</i> | Junco |
| <i>Oriza latifolia</i> | Arrocillo | <i>Eleocharis geniculata</i> | Cebolleta |
| <i>Sorghum halapense</i> | Invasor | | |

Cyperus iria = *Cyperus diffusus*

Cyperus odoratus = *Cyperus ferax*

Cyperus difformis = *Cyperus elegans*

Arvenses de Importancia regional

Dentro de las arvenses mencionadas hay algunas que causan problemas marcados a nivel regional (Alemán, 1983). En el Cuadro 20 se enuncian dichas arvenses y la zona donde predominan.

Cuadro 20. Arvenses de importancia regional propias del cultivo del arroz en Nicaragua

| | | |
|-------------------|-------------------------------|------------------|
| Boaco y Chontales | <i>Echinochloa colonum</i> | Gramma colorada |
| | <i>Oryza sativa</i> | Arroz rojo |
| | <i>Ischaemum rugosum</i> | Falsa caminadora |
| Río San Juan | Cyperaceas | |
| | Hojas ancha | |
| León | <i>Cyperus rotundus</i> | Coyolillo |
| Boaco y Chontales | <i>Oryza sativa</i> | Arroz rojo |
| Managua | <i>Echinochloa colonum</i> | Gramma colorada |
| | <i>Sagittaria sagitifolia</i> | Oreja de burro |

Arvenses de los diques

Muchas de las arvenses que han sido mencionadas como propias del cultivo también se les puede encontrar en los canales de riego y en los diques donde ocasionan diferentes problemas requiriendo tratamientos específicos para su control (Sierra *et al.*, 1970).

Una de las arvenses que más problemas causa en los canales y diques es el pasto pará (*Brachiaria mutica* Stapf), que se encuentra en todos los sistemas de riego de clima cálido (Sierra *et al.*, 1970). Otra maleza de importancia es la caminadora *Rottboelia cochinchinensis*, la cual es difícil de encontrar compitiendo con el cultivo en arroz de riego, sin embargo es muy común encontrarla en áreas aledañas al cultivo, como bordes de terrazas, terraplenes y diques. También son comunes otras especies herbáceas pertenecientes a la familia malvaceae como son la *Malachra alceifolia* conocida como malva y la especie *Malvastrum americanum* conocida como malva de montaña, estas dos especies proliferan en los diques de nuestras plantaciones arroceras.

El flujo de agua a través de los canales puede ser obstruido por la presencia de *Eichornia crassipes* conocido como jacinto de agua y la lechuguilla *Pistia stratiotes*, estas especies acarrearán un decrecimiento en la velocidad del flujo y dificultan la operación y mantenimiento de los canales (Acuña, 1974; Sierra *et al.*, 1970).

Períodos críticos de control de arvenses en arroz de riego

Es importante el conocimiento del número mínimo de días que necesita el cultivo del arroz libre de arvenses para alcanzar su más alto rendimiento, así como el número

máximo de días que puede estar en competencia sin ver afectados sus rendimientos, con el conocimiento de estos parámetros orientamos mas eficazmente el método de control a utilizar y en el momento en que debe ser implementado.

Estos períodos críticos son específicos, en el arroz de riego se encuentran de 20 a 40 días libre de arvenses para obtener su máximo rendimiento (Locatelly, 1978). En estudios realizados en el valle de Culiacán con el afán de determinar el período crítico de competencia entre el cultivo y las arvenses se obtuvo los siguientes indicativos: el arroz debe mantenerse sin arvenses en los primeros 35 días posteriores al primer riego, se observó que las arvenses nacidas fuera de este período no afectaron los rendimientos (Hernández *et al*, 1967).

Antigua (1975), determinó un mínimo de 45 días de competencia de arvenses en variedades IR, las cuales poseen un ciclo vegetativo de 95 días. En relación con el período de competencia, los rendimientos demostraron que es posible mantener dicha variedad en un período máximo de 60 días con arvenses sin haber mermado sus rendimientos.

El período de competencia varía de 30 a 45 días después de la siembra, arroces libres de arvenses durante este período son capaces de rendir casi tanto como el arroz siempre libre de arvenses.

Control cultural

El método de control menos costoso y probablemente más útil es el uso de mejores técnicas de producción, de modo que el cultivo resulte favorecido y las arvenses perjudicadas. Dentro de las prácticas culturales que reducen las infestaciones de arvenses en cultivos de arroz de riego, se pueden mencionar:

Uso de semilla certificada. Una de las principales vías de diseminación de las arvenses en arroz de riego es el uso de semilla de siembra contaminada con semillas o propágulos de arvenses. La semilla que actualmente venden las casas distribuidoras se encuentra mezclada con semillas de falsa caminadora (*Ischaemun rugosum*), esto ha permitido su rápida diseminación en las arroceras del norte del lago de Nicaragua.

Uso de variedades de tipo intensivo con habilidad competitiva. Uno de los principales medios para restarle eficiencia a las arvenses es aprovechar la habilidad competitiva de los cultivares de que se dispone, variedades de rápida emergencia obtienen ventajas en contra de las arvenses, así mismo cultivares con alta capacidad de ahijamiento logran excluir a las arvenses.

Buena preparación del suelo bajo agua (fangueo). Una adecuada preparación del terreno ejerce un cierto control de las arvenses creando un ambiente favorable para la emergencia del cultivo. Este tipo de práctica es efectiva cuando los lotes presentan

una ligera o media infestación de arvenses agresivas, como el arroz rojo (*Oryza sativa*). Esta práctica consiste en fangueros prolongados los cuales poseen buena efectividad en la disminución de especies de difícil manejo (González, 1984).

Inundación. La inundación de los campos es el método de control cultural más efectivo para controlar las malezas en arroz. Inundar a una profundidad de 10 cm evita la germinación de la semilla de la mayoría de las malezas y mata la mayor parte de las plántulas de malezas. Normalmente, se usa junto con otras medidas de control, tales como herbicidas o desyerba manual. Sin embargo, para que la inundación sea exitosa, los campos deben estar bien nivelados, el nivel del agua se debe mantener y asegurar una profundidad uniforme de agua.

Estimulación de la germinación (uso de gradeos). La preparación en seco también permite reducir los niveles de especies de arvenses problemáticas. Se prepara el suelo en seco hasta la nivelación, se construyen los diques y luego se adiciona un riego para estimular la germinación de arrozales intempestivos y otras arvenses, posteriormente la brotación producida es eliminada con un pase de grada. Esta operación (riego y gradeo) puede repetirse varias veces según sea necesario, luego se anega el campo por un período de siete días, se baja la lámina de agua y se siembra en aguas claras utilizando semilla pre-germinada y de buena calidad (González, 1984).

Estimulación de la germinación (uso de herbicidas). El procedimiento es similar al descrito anteriormente, con la diferencia que una vez que se ha permitido el brote de las arvenses, el control se realiza utilizando productos químicos herbicidas de naturaleza total, como el paraquat o glifosato. Posterior a la aplicación se mantienen el anegó por 2 ó 3 días hasta observar que la vegetación ha sido afectada, luego se procede a disminuir la lámina de agua y a realizar la siembra con semilla de arroz pre-germinado.

Densidad de siembra óptima. Como hemos visto en unidades anteriores, la densidad de siembra juega un papel importante en el la reducción del efecto de las arvenses. Densidades bajas dejan nichos en el campo que pueden fácilmente ser invadidos por estas plantas. Deben utilizarse densidades de siembra que permitan una cobertura total, así mismo realizar una distribución homogénea de la semilla que evite la competencia inter específica.

Rotación de cultivos. El carácter de explotación intensiva a que son sometidas las áreas arroceras en Nicaragua, el uso del monocultivo y la no utilización de semilla certificada, ha traído como consecuencia la proliferación de algunas especies de arvenses como: arroz rojo o macho (*Oryza sativa*) las que se han convertido en un factor limitante de la producción arroceras nacional, llegando al extremo de inutilizar las áreas para este cultivo. En esta circunstancia la práctica mas recomendada es la

rotación de cultivo, que incluya una especie de secano, que elimine las especies que requieren estar sumergidas.

Control mecánico

El control mecánico se refiere a labores específicas en contra de las arvenses *e.g.*, chapea de diques, canales y terraplenes, quema de arvenses. Las características de nuestras arroceras donde las plantas tienden a cerrar toda la superficie del terreno limitan grandemente el control mecánico y manual, en este caso la mayor importancia recae sobre el control cultural combinado con el control químico.

Control químico

Los métodos de control químico se basan en la utilización de sustancias herbicidas capaces de destruir la vegetación ya sea en forma total o parcial, eliminando la maleza o retardando su crecimiento. Este método es complementario a los diferentes métodos descritos con anterioridad, a continuación se detallarán características y recomendaciones de aplicación de los principales herbicidas recomendados en este cultivo.

Entre los productos recomendados para el control de arvenses en arroz de riego se encuentra el **propanil** (Surcopur, Herbax, Stan, etc.). Este producto se utiliza para el control de arvenses poaceae, aunque también controla algunas cyperaceae y hojas ancha en sus fases tempranas de desarrollo. Es un herbicida de contacto, de acción post-emergente, su aplicación debe realizarse entre los 6 y 14 días después de la germinación del arroz, cuando las arvenses se encuentren uniformemente germinadas y en etapa de desarrollo de 2-4 hojas, que es la más susceptible a la aplicación del producto.

No se justifica las aplicaciones de propanil después de 30 días de germinado el arroz, pues se ha demostrado que el período crítico del cultivo se encuentra entre los 30-40 días de germinado, en este caso las aplicaciones son anti-económicas ya que el daño de las arvenses ya está hecho.

De existir arvenses cyperaceae y hoja ancha se podrá mezclar el propanil con herbicidas de tipo hormonal (**2,4-D; Banvel, MCPA, etc.**), los cuales deben aplicarse en una época definida, que comprende el inicio del macollamiento y el macollamiento completo. Las condiciones importantes para su aplicación son: las arvenses deben estar en pleno crecimiento, la temperatura entre 25 y 30 ° C, el lote esté drenado al momento de la aplicación. Otro herbicida post-emergente recomendado es el **bentazon** (Basagram) el cual controla arvenses de hoja ancha y cyperaceae.

Existen algunos productos pre-emergentes que controlan arvenses en el cultivo del arroz de riego, sin crear riesgos de fitotoxicidad al cultivo, un ejemplo es el **oxadiazon** (Ronstar) el cual además de su utilización como pre-emergente, se utiliza como post-temprana, (arvenses 1-2 hojas). Actúa principalmente por contacto afectando el talluelo de las arvenses después de la germinación de las semillas, al pasar estas por

la zona del suelo tratada. Este producto no controla *Commelina diffusa* (siempre viva) *Cyperus* spp (coyolillo y coquito) y *Oryza sativa* (arroz rojo).

Otros productos pre-emergentes que pueden ser utilizados en arroz de riego para el control de poaceas son: **butachlor** (Machete); **benthiocarbo** (Bolero, Satur); **pendimetalin** (Prowl) y **oxilufen** (Goal) y **molinate** (Ordram).

En el momento actual se ha detectado resistencia de algunas arvenses poaceas a las aplicaciones de propanil, algunos ejemplos son: *Echinochloa colonum* (grama de agua), *Leptochloa filiformis* (plumilla) y *Digitaria sanguinalis* (manga larga) por lo cual se están usando nuevos herbicidas, que aseguren un mayor espectro de control, sin daños a la planta de arroz.

Entre los herbicidas utilizados se menciona el **Furore** (fenoxaprop-etil) que es un herbicida selectivo que proporciona control de arvenses poaceas. La aplicación de **Furore** debe realizarse desde que las arvenses poaceas se encuentren en estado de dos hojas hasta que inicien el macollamiento. En caso del cultivo, éste debe tener desde cuatro hojas hasta haber alcanzado el 75 por ciento del macollamiento. Una condición importante para la aplicación de **Furore** es que el terreno debe drenarse al menos tres días antes de su aplicación y dejar pasar tres días posteriores a su aplicación para irrigar el campo nuevamente.

Otro herbicida muy difundido en la actualidad es el **Ally** (metil metsulfuron) el cual es un herbicida selectivo al cultivo del arroz y se utiliza para el control post-emergente de arvenses de hoja ancha principalmente la vaquita (*Sagittaria* sp) la cual no es controlada con herbicidas fenoxiderivados. Su aplicación se recomienda aproximadamente a los 32 días después del establecimiento del cultivo.

Manejo integrado de arvenses en el cultivo del arroz

Mucho más que en el caso de manejo de insectos plagas o enfermedades, el manejo de arvenses requiere estrategias integradas para ser exitoso. Aunque en algunos sistemas de producción, los herbicidas pueden ser la principal forma de control, ellos solos posiblemente no tengan éxito a menos que se combinen con una buena preparación del suelo y buen control del agua.

En la actualidad no se puede generalizar a una práctica determinada de manejo de arvenses en el cultivo del arroz, ni en ningún otro cultivo. Las medidas de manejo de arvenses estarán supeditadas a particularidades muy propias de las fincas entre las que sobresalen: el sistema de manejo, el historial del lote y las comunidades de arvenses predominantes en cada condición.

Las opciones pueden variar si se trata de arroz de secano o arroz de riego. En condiciones de secano juegan un papel importante la preparación del suelo y la siembra (buena nivelación del terreno, semilla de buena calidad, buena distribución de la semilla y adecuada densidad de siembra), combinada con aplicaciones de herbicidas pre-emergentes y/o post-emergentes. En condiciones de fuerte enmalezamiento es posible la

utilización de aplicaciones pre-emergentes y post-emergentes. Los herbicidas a utilizar tienen que ser basados en muestreos de arvenses que indiquen la flora predominante en el área de producción.

Es probable que ningún método de control controle todas las arvenses y a largo plazo, esto llevará al incremento de ciertas especies. La combinación de los métodos de control de arvenses directos, tales como herbicidas o desyerba a mano, con los métodos indirectos tales como la preparación del suelo, la inundación y un cultivo competitivo, ayudarán a prevenir esta situación. Una combinación de métodos directos de control de arvenses tales como el uso de herbicida y la posterior desyerba a mano puede resultar en un aumento de rendimientos. La combinación óptima de métodos de control de arvenses dependerá del sistema de producción, las condiciones económicas y la base de conocimientos y recursos del agricultor.

CAPITULO XI

MANEJO DE ARVENSES EN PLANTACIONES DE TABACO

Entre los problemas que afectan la producción tabacalera se encuentran las arvenses. Estas ocasionan diferentes tipos de daño que van desde la reducción en la calidad de la hoja, la dificultad para la cosecha así como servir de huésped a plagas y enfermedades.

En nuestro país existe muy poca información sobre el correcto manejo a que deben ser sometidas las arvenses en este cultivo. Sin embargo, con este escrito se pretende crear algunas expectativas que sirvan de base para el desarrollo de estrategias adecuadas de manejo que aseguren un desarrollo adecuado de la planta de tabaco, la conservación de nuestros recursos y la protección del medio ambiente.

Control de arvenses en el semillero

Una etapa crítica en el desarrollo de la planta de tabaco en la cual se debe tener especial cuidado es durante su estancia en el semillero. Durante esta etapa el manejo de arvenses debe ser permanente, el riego constante permite una rápida proliferación de las arvenses lo que obliga a desarrollar medidas preventivas que eviten cualquier tipo de interferencia causada por las arvenses.

Una práctica importante para lograr bajas densidades de arvenses durante el establecimiento del semillero es la utilización de productos químicos esterilizantes del suelo. Uno de estos productos es el **Thelone**, el cual se utiliza para desinfectar el suelo. Este pesticida es muy volátil, su aplicación debe realizarse días antes de la siembra incorporándolo durante la preparación del semillero. Si aparece chinaste previo a la siembra es conveniente utilizar un herbicida quemante como glifosato y posteriormente proceder a la siembra.

Otros herbicidas que pueden ser utilizados en esta etapa son:

difenamida (Enide). El cual es un herbicida pre-emergente, selectivo, residual adecuado para la protección de los semilleros de tabaco.

napropamida (Devrinol). Herbicida pre-emergente, de comprobada efectividad sobre arvenses anuales.

fluazifop-butyl (Fuzilade). Herbicida post-emergente de efectividad comprobada sobre arvenses Poaceas anuales y perennes, selectivo a cultivos de hoja ancha.

Manejo de arvenses en plantaciones establecidas

Control mecánico

No podemos olvidar al mas tradicional de los métodos de control, diferentes implementos pueden ser utilizados para realizar esta labor donde destacan: azadón, machete, arado tirado por bueyes, escardillos. Las ventajas y desventajas del manejo mecánico fueron analizadas en la sección referente a los métodos generales de control.

Control cultural

El control cultural de arvenses ha tomado gran auge en la agricultura tropical y en los últimos tiempos en la agricultura nicaragüense, abarca todas las prácticas que aseguran el establecimiento rápido y desarrollo vigoroso del cultivo para que pueda competir favorablemente con la maleza.

Rotación de cultivos. Esta práctica es de suma importancia cuando el manejo de arvenses se ha convertido en un problema, es conocido que el principal factor que determina la cenosis de las arvenses es el manejo a que es sometido un determinados cultivo. Al incluir una especie en rotación se modifica la comunidad de arvenses por el efecto que tiene la implementación de nuevas prácticas de manejo.

Las arvenses dicotiledóneas se verán influenciadas si se incluyen especies Poaceas como maíz y sorgo en rotación, la utilización de herbicidas selectivos a Poaceas permite la eliminación de arvenses de hoja ancha. Si el enmalezamiento a combatir es arvenses de hoja fina (poaceae), la rotación con leguminosas como soya, frijol o maní dan excelentes resultados.

La rotación de cultivos es importante en el manejo de algunas plagas y enfermedades del tabaco, en ocasiones la explosión de una plaga o la diseminación de una enfermedad obliga a incluir especies no susceptibles en una secuencia de cultivos. Otra ventaja de la rotación de cultivos es la influencia de algunas especies cultivadas sobre las poblaciones de nemátodos, existen plantas resistentes como maní y frijol que disminuyen las poblaciones de *M. incognita*.

Control en periódo crítico. Es necesario contar con más información sobre el periodo crítico de competencia en el cultivo del tabaco, puesto que la labor manual después que se han producido daños al cultivo constituye un desperdicio de recursos. Es importante para los productores que insisten en el uso de control mecánico, lo realicen solo durante periodos críticos de competencia, a fin de obtener rendimientos óptimos

del cultivo y aprovechar eficazmente otros insumos tales como: fertilizantes, riego y variedades mejoradas del cultivo.

Control químico

Poca o ninguna investigación ha sido realizada para evaluar los productos químicos que pueden ser utilizados en el cultivo del tabaco, las recomendaciones de uso que se presentan en este escrito se basa en experiencia de algunos técnicos nacionales y recomendaciones de otros países donde se han utilizado, demostrando su excelente control de arvenses y selectividad a la planta de tabaco.

Entre los herbicidas residuales (pre-emergentes) más selectivos se encuentran la **difenamida** y la **napropamida**, las cuales han demostrado ser selectivas en diferentes condiciones de suelo, clima y variedades de tabaco. La aplicación debe realizarse al momento del trasplante o en un período de hasta 4 días después del trasplante.

Herbicidas del grupo de las dinitroanilinas han sido evaluados ampliamente en tabaco, obteniendo resultados alentadores, sin embargo en algunas condiciones han resultado fitotóxicos. El herbicida **pendimetalin** (Prowl), **oryzalin** (Surflan) y **trifluralina** (Treflan) han sido evaluados, no observándose efectos fitotóxicos sobre la planta de tabaco. Estos herbicidas se aplican en la modalidad de pre-siembra incorporado, son muy volátiles y su espectro de control se limita a arvenses de hoja fina. El **pendimetalin** puede ser usado de cobertura reduciendo en un 25 por ciento su efectividad de control. La **trifluralina** debe ser aplicada incorporado al suelo 7 días antes del trasplante para evitar efecto fitotóxico.

Entre los derivados de la Urea se encuentra el **metobromuron** (Patoran) ha sido evaluado en el cultivo del tabaco dando resultados favorables para su utilización, su aplicación se realiza días antes del trasplante, su control es preferentemente sobre arvenses de hoja ancha. Entre los sulfatos tenemos el herbicida pre-emergente **benfuresate** de acción contra Poaceas y dicotiledóneas y de efecto particular sobre *C. rotundus* y *C. esculentus*.

Un conjunto de herbicidas post-emergentes graminicidas han sido recomendados en el cultivo del tabaco, dentro de estos tenemos el **fluazifop-butil** (Fuzilade) el cual puede ser aplicado 3 semanas después del trasplante, obteniéndose control sobre Poaceas anuales y perennes, no afectando a la planta de tabaco. Para aumentar el espectro de control se puede combinar este herbicida con **bentazón** (Basagram) siempre y cuando la aplicación sea en etapa no susceptible de la planta de tabaco a las aplicaciones de bentazón.

En este escrito se han expuesto herbicidas de diferentes grupos químicos, en general los mas selectivos al tabaco son: **difenamida** y **napropamida**, se crea la expectativa sobre el uso de los restantes herbicidas referidos, en especial **trifluralina** y **benfuresate**, teniendo en cuenta un adecuado intervalo entre la aplicación y el trasplante, de igual manera pueden usarse herbicidas pos-emergentes graminicidas siempre y cuando el muestreo de arvenses nos indique que las principales arvenses en el campo son arvenses

de hoja angosta. Es necesario señalar que solamente mediante experiencias regionales puede brindarse una recomendación acertada sobre el uso de herbicidas en tabaco.

Manejo integrado de arvenses

El manejo integrado de arvenses en tabaco es un sub-sistema del manejo integrado de la producción a que debe ser sometido el cultivo. Existe una elevada interrelación entre las arvenses, plagas, nemátodos y hongos. Las medidas destinadas al manejo de las arvenses tendrán un efecto múltiple sobre los factores mencionados, un caso particular es el de la rotación de cultivos que modifica los factores mencionados en su totalidad, por tanto el desarrollo de estrategias integradas de manejo de arvenses juega un papel fundamental en la reducción de las especies adventicias que aparecen en este cultivo.

CAPITULO XII

MANEJO DE ARVENSES EN FRIJOL COMÚN

Relación entre Plagas y Arvenses en el Cultivo de Fríjol Común

Los virus que trasmite la mosca blanca, se transmiten también a algunas arvenses, principalmente las del género *Sida*. Por tanto, el manejo de estas especies adquiere singular importancia en el manejo integrado de la producción del cultivo del frijol. Durante el establecimiento y en los días iniciales del desarrollo del cultivo se mantiene vigilancia sobre estas especies, principalmente: *Sida* spp, *Datura stramonium* L., por ser reservorios de virus, y cuasquito, (*Lantana camara* L.) flor amarilla (*Melampodium divaricatum* L.) jalacate de monte (*Tithonia rotundifolia* (Mill) Blake) por ser hospederos de mosca blanca. La verdolaga (*Portulaca oleraceae* L.) y el bleado, (*Amaranthus spinosus* L.) son hospederos importantes del gusano peludo (*Estigmene acrea*). Estas arvenses pueden servir como fuente de infestación si se dejan alrededor de los campos de frijol.

La pega-pega (*Desmodium tortuosum* (SW.) DC.), es un hospedero alternativo del picudo de la vaina del frijol (*Apion godmani*) en Esteli, Nicaragua. La langosta medidora (*Moscis latipes*), tiene preferencia marcada sobre arvenses Poaceae. Es posible lograr el control del invasor o grama Jonson (*Sorghum halepense* (L.) Pers) en plantaciones de frijol, cuando hay considerables poblaciones de éste insecto plaga en el campo. Referencias de otros países muestran resultados de estudios en este sentido, Altieri et al. (1976) realizaron estudios en CIAT, Colombia encontrando que el saltahoja (*Empoasca kraemeri*), ataca en menor intensidad al cultivo si hay presencia de arvenses en el campo. Las poblaciones de crisomélidos son menores, cuando se siembran cultivos intercalados de frijol y una Poaceae, o cuando se dejan arvenses Poaceae en los bordes del campo. La especie *Calopogonium muconoides* es un hospedero alternativo de crisomélidos, por tanto puede servir como fuente de infestación.

Arvenses Predominantes en el Cultivo de Frijol Común en Nicaragua

El presente sub-tema tiene la finalidad de nombrar las principales especies de arvenses que han sido encontradas compitiendo con el cultivo de frijol en Nicaragua,

es importante señalar que estas especies han sido determinadas en base a muestreos realizados (Jarquín, 1991), sin embargo esto no es indicativo de que siempre las encontraremos asociadas al cultivo. La aparición de una u otra especie es propiciada principalmente por algunos factores, donde resalta principalmente el manejo agronómico a que es sometido el cultivo.

En la región pacífico sur de Nicaragua, las arvenses asociadas al cultivo de frijol son predominantemente del tipo hoja ancha. Sobresalen principalmente la flor amarilla (*Melampodium divaricatum*) el mozote de clavo (*Bidens pilosa*) el totolquelite (*Melanthera aspera*) el bleo espinoso (*Amaranthus spinosus*) el cardo santo (*Argemone mexicana*) el pastorcillo (*Euphorbia heterophylla*) el chichicastillo (*Richardia scabra*) el pincelillo (*Emilia sonchifolia*). Entre las arvenses de hoja fina que han sido determinadas vale la pena mencionar: cepillo de diente (*Setaria geniculata*) pata de gallina (*Eleusine indica*) manga larga (*Digitaria sanguinalis*) el mozote, (*Cenchrus pilosus*) la grama Jonson (*S. halepense*) y el zacate gallina (*Cynodon dactylon*).

Periodo Crítico de Competencia de Arvenses en Frijol Común

La competencia de arvenses durante todo el ciclo del cultivo reduce significativamente el rendimiento total de grano. Datos experimentales han indicado una reducción de 92 por ciento cuando se permite a las arvenses competir con el cultivo durante todo el ciclo. El frijol común es capaz de soportar 21 días de competencia sin ver reducidos sus rendimientos de manera significativa y necesita 28 días libre de arvenses para obtener buenos rendimientos. El período crítico de competencia de arvenses en este cultivo se inicia a los 21 días después de la siembra y finaliza 28 días después de la siembra. Es en éste período donde se deben implementar las prácticas necesarias para realizar un cuidadoso control de arvenses, el cual debe ser iniciado a los 21 días y procurar condiciones libres de maleza hasta los 28 días después de la siembra. El período crítico de competencia de arvenses en frijol común es relativamente corto y se da en etapas medias de desarrollo del cultivo. Esto se debe principalmente a la rápida emergencia y ciclo corto de desarrollo del frijol común lo cual le permite competir exitosamente con las arvenses, contrario a lo que sucede con otros cultivos. En base a observaciones y experiencias, se entiende que el período crítico está íntimamente relacionado con el período vegetativo y de pre-floración del cultivo, el cual se ve completamente limitado como consecuencia de la presencia de las arvenses (Alemán, 1988, 1989).

Manejo Cultural de Arvenses en Frijol Común

El control cultural de arvenses ha tomado gran auge en la agricultura tropical y en los últimos tiempos en la agricultura nicaragüense. Abarca todas las prácticas que aseguran el establecimiento rápido y desarrollo vigoroso del cultivo para que pueda competir favorablemente con la maleza. Este control promete ser una alternativa efectiva

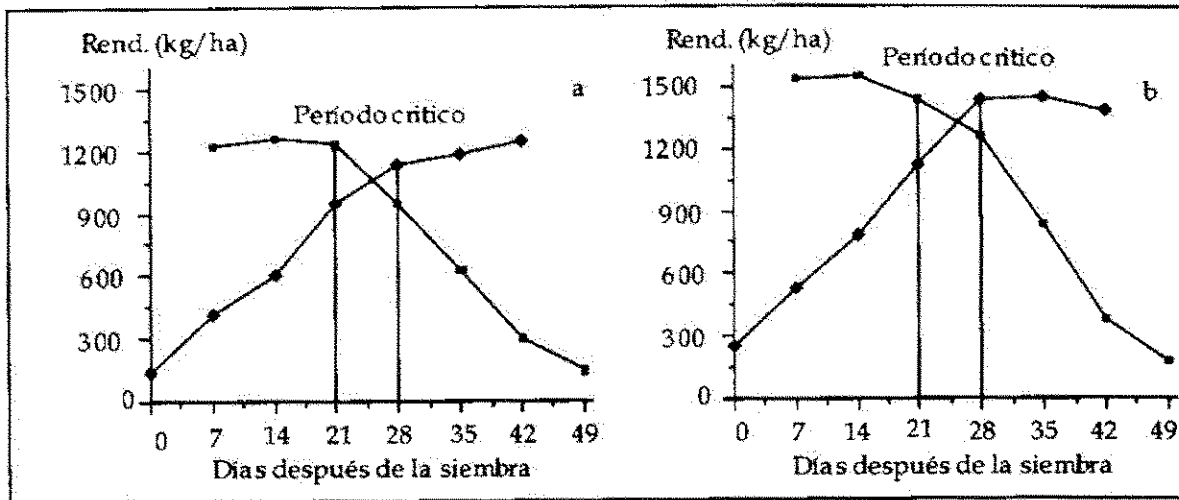


Figura 32. Efecto de períodos de enmalezamiento y períodos de control de arvenses sobre el rendimiento del frijol común. a) usando 30 semillas / m² b) usando 40 semillas/ m². En ambos casos el período crítico se ubica entre los 21 y 28 días después de la siembra (Aleman, 1988).

en el combate de arvenses en frijol común. Para su implementación podemos valernos de diversas prácticas agronómicas, donde destacan: regímenes de labranza; rotación de cultivos; cultivos asociados, arreglos espaciales de plantas, y otros.

Control por Competencia. Es el control ejercido por el cultivo sobre las arvenses debido a su capacidad para competir con ellas. Existen variedades de desarrollo rápido, crecimiento postrado (hábito indeterminado postrado) que propicia un cierre temprano de calle, lo cual les permite defenderse, y excluir a la maleza en estadíos tempranos de desarrollo. Otra característica que les confiere competitividad es el lustre de la testa. Variedades de testa opaca absorben con más rapidez el agua disponible, germinando con anticipación a otras variedades y a las arvenses.

Siembra Densa y Espaciamientos Reducidos. El empleo de espaciamientos reducidos entre surco y entre plantas, el aumento de la densidad de siembra del cultivo, permite una distancia más uniforme entre plantas, logrando que la competencia sea más estable. Los espacios vacíos se cubren en menor tiempo y el sombreado suprime las arvenses. Esto se logra siempre y cuando las medidas iniciales permitan que las arvenses y cultivo inicien su desarrollo al mismo tiempo. Emplear hileras con espacios angostos de 40 cm, y reducir las distancias entre plantas, que aumentan la densidad de la población de plantas cultivadas de 250 000 a 400 000 plantas por hectárea es una medida recomendada para permitir al cultivo auto-control de arvenses. Esta práctica es bastante frecuente sobre todo donde se usa arado de bueyes y la siembra es a hilera seguida. La siembra densa resulta en una distancia más uniforme entre plantas, lo que hace que la competencia sea más estable, los espacios vacíos se cubren en menor tiempo y el sombreado suprime las arvenses.

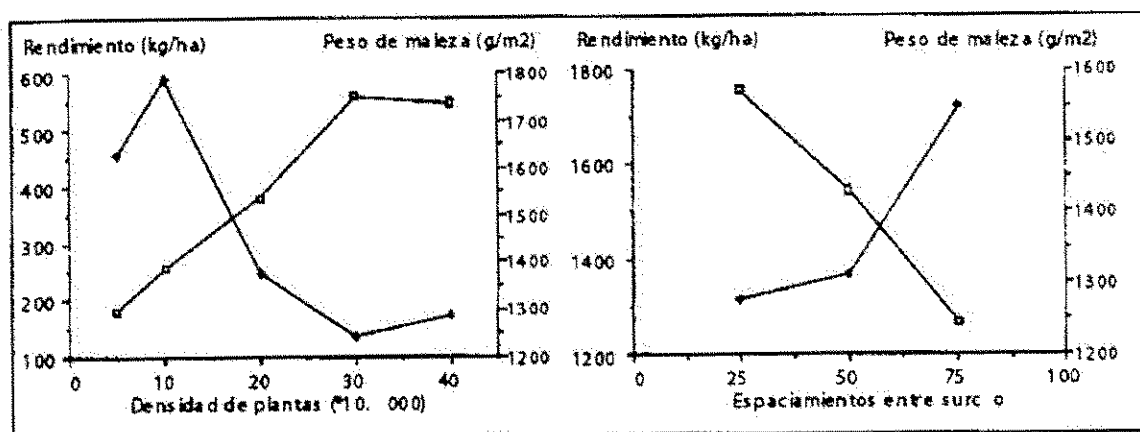


Figura 33. Efecto de espaciamentos entre surco y densidades de siembra sobre el rendimiento de frijol común y peso de maleza (Vanegas, 1986).

Rotación de Cultivos. Esta práctica es de suma importancia cuando el manejo de arvenses se ha convertido en un problema. Es conocido que el principal factor que determina la dinámica de las arvenses es el manejo a que es sometido un determinado cultivo. Al incluir una especie en rotación se modifica la comunidad de arvenses por el efecto que tiene la implementación de nuevas prácticas de manejo. Las arvenses dicotiledóneas se verán influenciadas si se incluyen especies de Poaceae como maíz y sorgo en rotación. La utilización de herbicidas selectivos a Poaceae permite la eliminación de arvenses de hoja ancha. La rotación de cultivos es importante en el manejo de algunas plagas y enfermedades del frijol. En ocasiones la explosión de una plaga o la diseminación de una enfermedad obligan a incluir especies no susceptibles en una secuencia de cultivos. La siembra de ciertas especies antes del frijol contribuye al control de las arvenses; tal es el caso del coyolillo bajo cultivos de yuca (*Manihot utilissima*) y sorgo (*Sorghum bicolor*) que dan ventajas competitivas al frijol.

Cero Labranza. Es un método para preparar el suelo en donde se efectuará la siembra eliminando las arvenses pero sin remover el suelo; se da primero muerte a las arvenses ya sea usando herbicida o bien a machete de acuerdo a las condiciones y aspecto que presenten, perforar el suelo en el sitio donde se ubicará la semilla. Las arvenses que rebroten después de siembra deben eliminarse con machete cortando los tallos lo más cerca del suelo o mediante el empleo de herbicidas aplicados en post-emergencia. El sombreo que produce el follaje de la planta de frijol contribuye a reducir el crecimiento y competencia de las arvenses.

Frijol Tapado. El sistema de frijol tapado consiste en sembrar al voleo o espeque en terrenos que se preparan solamente cortando la maleza a poca distancia del suelo. Es una práctica recomendada en terrenos marginales, con relieve irregular, pendiente orientada de oeste a este y que tengan gran cobertura de arvenses. Las arvenses cortadas cubrirán el suelo y evitarán posteriores resurgimientos de malas hierbas. El frijol

germinará y emergerá a través de la cobertura. Este sistema es óptimo para evitar la erosión. Constituye una práctica de fácil implementación, donde las labores que realiza el agricultor son tediosas solamente durante la siembra y la cosecha. Tapia (1988) indica que el sistema de frijol tapado es de poca productividad, sin embargo los costos son mínimos; facilita la protección de las plantas, ya que permite sembrar y producir semillas sanas en suelos infectados por hongos y bacterias. Una desventaja es que sólo permite una siembra por año, debido a que la tierra debe dejarse en descanso para permitir el crecimiento de las arvenses, las cuales de esa forma cumplen con la función de cobertura descrita anteriormente. Aproximadamente el 80% de los agricultores que cultivan frijol en Costa Rica, utilizan el sistema de frijol tapado (Jiménez, 1985). En Nicaragua la mayor parte del frijol que se produce en Nueva Guinea (región atlántico sur del país) es obtenido bajo el sistema de frijol tapado. Con esto se evita uno de los principales problemas de la zona que es la diseminación de enfermedades fungosas y bacteriales, producto de la remoción del suelo para realizar el control mecánico de las arvenses.

Cultivos Asociados. Una práctica frecuente de nuestros productores de frijol común es la siembra asociada de éste con otro cultivo. Los cultivos asociados traen ventajas a los sistemas de producción. Las mencionadas con más frecuencias son: aumento de la productividad; mejor uso de los recursos disponibles con respecto al área; mejor aprovechamiento del agua; ahorro de tiempo; nutrientes; conservación del suelo y reducción de los daños causados por enfermedades, insectos, y arvenses. Altieri (1985) ha resaltado el efecto positivo de asociar maíz y frijol sobre las poblaciones de insectos tales como la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), y el lorito verde (*Empoasca* sp). Tapia (1987) indica que una práctica usada con frecuencia es la siembra asociada de frijol con maíz, en la que se emplean diversos sistemas de siembra. Una ventaja es el beneficio obtenido por efecto del sombreado de las plantas del maíz y la cobertura que ejercen las plantas de frijol en el área del terreno no ocupado por maíz. El mejor efecto se logra si el frijol es sembrado en hileras consecutivas entre el maíz. De igual forma se pueden obtener beneficios al asociar frijol con maíz y yuca a la vez. Esta utilización intensiva de la tierra logra más diversificación de la producción con reducciones notables de arvenses. Salomón (1990) recomienda que la densidad óptima para la siembra de frijol y maíz es de 2 plantas de maíz y 24 plantas de frijol por metro cuadrado, en un arreglo de dos hileras de frijol entre las hileras de maíz. Este tipo de arreglo suprime de forma efectiva las arvenses entre las hileras de maíz y permite un rendimiento aceptable.

Coberturas Vivas. El uso de algunas especies de plantas como cobertura antes de la siembra del frijol, trae beneficios importantes al sistema de producción. Estas plantas forman un denso estrato sobre la superficie del suelo evitando la aparición de otras especies de plantas. Evidencias experimentales han indicado que la densidad de arvenses se reduce en el ciclo posterior al establecimiento de este tipo de plantas. Otra

ventaja importante de esta práctica es que los residuos de estas plantas pueden utilizarse como abono verde, y ayudar a la fertilidad de los campos. Pueden utilizarse el frijol de costa (*Vigna unguiculata*), el frijol terciopelo (*Mucuna* sp), etc.

Cuadro 21. Porcentaje de reducción de arvenses, bajo diferentes prácticas agronómicas

| Práctica Agronómica | Especie | % de Reducción |
|---|---------------------------|----------------|
| Labranza Cero | <i>Cenchrus equinatus</i> | 52 |
| | Mono y Dicotiledóneas | 44 |
| 400.000 plantas ha ⁻¹ | <i>Cenchrus equinatus</i> | 10 |
| | <i>Cynodon dactylon</i> | 24 |
| | Mono y Dicotiledóneas | 20 |
| | Monocotiledóneas | 16 |
| Competitividad del frijol | Monocotiledóneas | 16 |
| Labranza cero y Asocio Maíz-Frijol | Mono y Dicotiledóneas | 69 |
| Labranza cero y Competitividad del frijol | Monocotiledóneas | 37 |
| Datos obtenidos de Tapia, (1988). | | |

Coberturas Muertas (Mulch). Existe la posibilidad de controlar las arvenses en el cultivo de frijol mediante el empleo de coberturas al suelo, que pueden ser cascarilla o paja de arroz, tallos de maíz u hojas de plátano. Esto con el propósito de impedir el paso de la luz y de este modo evitar el desarrollo de las arvenses. Además esta práctica trae otras ventajas adicionales como: mantener la temperatura del suelo, prevenir la erosión, enriquecer el suelo etc. En algunos casos es posible la utilización de residuos vegetales provenientes de árboles aledaños a la plantación. Se ha demostrado que el madero negro (*Gliricidia sepium*), posee propiedades alelopáticas que limitan la germinación de algunas arvenses.

Control Mecánico de Arvenses en Frijol Común

No podemos olvidar el más tradicional de los métodos de control. Diferentes implementos pueden ser utilizados para realizar esta labor, donde destacan desde implementos livianos de labranza hasta implementos de tracción animal y motorizada. Entre estos podemos mencionar: azadón, machete, arado tirado por bueyes, escardillas, etc.

Desventajas del Manejo Mecanizado en Plantaciones de Frijol El manejo mecanizado de arvenses en frijol disminuye la competencia de las arvenses, sin embargo presenta ciertos inconvenientes. Por ejemplo, no se realiza en el momento adecuado. Se necesita la aparición de la maleza para realizarlo, momento en el cual ya la maleza ha ejercido cierta competencia. Los implementos mecánicos no eliminan las arvenses entre las hileras; incrementan las pérdidas de agua en forma de vapor por calentamiento de las capas superiores del suelo; favorece la erosión hídrica y condiciona los inocuos

fungosos (mustia hilachosa = *Tanatephorus cucumeris*) y bacteriales, (tizón común = *Xanthomonas phaseoli*) incrementando las enfermedades de consecuencias graves en la producción de frijol común.

Control Químico de Arvenses en Frijol Común

El uso de herbicidas está generalizado no solamente en cultivos industriales altamente remunerativos sino también en cultivos alimenticios. Entre los herbicidas residuales (pre-emergentes) más selectivos se encuentra el **metolachlor**, el cual ha demostrado ser selectivo en diferentes condiciones de suelo, clima y variedades de frijol. La aplicación debe realizarse al momento de la siembra o en un período de hasta cuatro días después de la siembra. Herbicidas del grupo de las dinitroanilinas han sido usados ampliamente en frijol, obteniendo resultados alentadores, sin embargo en algunas condiciones han resultado fitotóxicos. El herbicida **pendimetalin**, y **trifluralina** han sido evaluados, no observándose efectos fitotóxicos sobre las plantas de frijol cuando se manejan dosis adecuadas. Estos herbicidas se aplican en la modalidad de pre-siembra incorporados, son muy volátiles y su espectro de control se limita a arvenses de hoja fina. El **pendimetalin** puede ser usado de cobertura reduciendo en un 25 por ciento su efectividad de control. La trifluralina debe ser aplicada incorporada al suelo siete días antes del trasplante para evitar efectos fitotóxicos.

Entre los derivados de la Urea se encuentra el **linuron** que ha sido evaluado en el cultivo del frijol dando resultados favorables para su utilización en frijol. Su aplicación se realiza al momento de la siembra, y su control es preferentemente sobre arvenses de hoja ancha. Un conjunto de herbicidas post-emergentes graminicidas han sido recomendados en el cultivo del frijol. Dentro de éstos están el **fluazifop-butil**, el cual puede ser aplicado tres semanas después de la siembra, obteniéndose control sobre Poaceae anuales y perennes, y no afectando a las plantas de frijol. Para aumentar el espectro de control se puede combinar éste herbicida con **bentazon**, siempre y cuando la aplicación sea en etapas no susceptibles de las plantas de frijol a las aplicaciones de bentazon; o con herbicidas del grupo de los difenil ésteres donde destaca el **fomesafen** de aplicación post-emergente y de acción contra dicotiledóneas.

Manejo Integrado de Arvenses en Frijol Común

El manejo integrado de arvenses en frijol es un sub-sistema del manejo integrado de la producción a que debe ser sometido el cultivo. Existe una elevada interrelación entre las arvenses, plagas, nematodos y hongos. Las medidas destinadas al manejo de las arvenses tendrán un efecto múltiple sobre los factores mencionados. En un análisis particular del manejo de las arvenses, las experiencias con otros cultivos conducen a recomendar un conjunto de prácticas que ayuden a manejar de forma integral el manejo de la vegetación en agro-ecosistemas de frijol. Estas son:

- El conocimiento de la flora que invade las áreas frijoleras, para conocer a qué tipo de arvenses deben ir dirigidas las prácticas de manejo a implementar.
- Conocer en qué momento deben implementarse prácticas de rotación de cultivos, como una alternativa adecuada a combatir tipos de enmalezamiento de difícil manejo, así como influencia de estas sobre otras plagas del cultivo.
- Limitar las prácticas de roturación de suelo, las cuales erróneamente se consideran como prácticas de control de arvenses, sin embargo traen consecuencias graves a nuestros sistemas de producción.
- Establecer los controles mecánicos o químicos durante aquellos períodos en los cuales las arvenses ejercen su efecto competitivo al frijol (período crítico).
- Recomendar el uso de herbicidas en base al tipo de arvenses presentes en nuestras áreas de producción.

Para lograr cumplir con este objetivo es importante conocer:

- La distribución de las arvenses en el cultivo.
- Períodos críticos de competencia de arvenses.
- Umbrales de nocividad y económicos de las principales especies de arvenses.
- Interacción de las arvenses con otros elementos del agro-ecosistema.
- Pronóstico de arvenses.
- Dinámica de arvenses en rotaciones de cultivo.
- Efectos de la combinación de diferentes métodos de control, que incluyen: cultivos, uso de herbicidas, rotaciones y otros.

Conclusiones

En base a observaciones y experiencia se entiende que el período crítico está íntimamente relacionado con el período vegetativo y de pre-floración del cultivo, el cual se ve completamente limitado como consecuencia de la presencia de las arvenses.

El retraso de la práctica manual hasta que las arvenses han causado ya perjuicios en el crecimiento y desarrollo del cultivo, es una operación improductiva. Toda labor de este tipo encaminado a reducir la competencia de arvenses en los cultivos debe realizarse durante los períodos de mayor presión de competencia por parte de la maleza.

Para los agricultores que usan control mecánico de arvenses, una tentativa recomendación sería usar densidades de frijol que permitan un cierre temprano de calle y realizar un control de arvenses total aproximadamente tres semanas después de la siembra. Si el control químico de arvenses es usado, un herbicida post-emergente sería preferible; este no debería ser aplicado más allá de tres semanas después de la siembra.

CAPITULO XIII

MANEJO DE ARVENSES EN EL CULTIVO DEL CAFÉ

Es preocupación de los productores de café aumentar la productividad, esto se logra reuniendo un conjunto de métodos y prácticas de cultivo, que incluyen por supuesto las prácticas de manejo de arvenses, estas prácticas son encaminadas a reducir el efecto depresivo de las arvenses en los cafetales nicaragüenses. En nuestro medio, las recomendaciones que se hacen para el control de las arvenses son basadas en la experiencia de los productores y a partir de resultados en otros países con ambientes muy diferentes al nuestro; sin embargo en la actualidad, se ha empezado a estudiar este problema, obteniendo en los últimos dos años resultados importantes que nos indican la forma adecuada del manejo de las arvenses en los cafetales.

El eficiente manejo de las plantaciones de café tiene como objetivo estimular un buen crecimiento y desarrollo de las plantas a través de técnicas que permitan conservar el medio ambiente y el suelo. En Nicaragua para lograr altos rendimientos en el cultivo del café, se hace necesario desarrollar una serie de prácticas agronómicas, e.g., poda, sombra, control de plagas, enfermedades, variedad, densidad de siembra, etc. Dentro de estas labores está por supuesto el manejo de las arvenses, el cual desde el inicio de la caficultura, ha constituido un serio problema para los caficultores de nuestro país.

Resultados experimentales han indicado la importancia del control de las arvenses en los cafetales, sin embargo se ha determinado que no solamente son necesarios los deshierbes, sino que es importante la combinación de métodos adecuados que brinden protección al cultivo sin daños a los recursos propios del sistema y también considerar hasta que punto una planta puede ser considerada como maleza (Aguilar *et al*, 1990).

Arvenses Prevalentes en Plantaciones de Café

La vegetación predominante en áreas cafetaleras difiere grandemente de las plantas comunes en cultivos anuales, las condiciones ambientales y de manejo, propias del cultivo, determinan el establecimiento de una flora particular, especialmente en las áreas cafetaleras de la VI Región. Por lo general en plantaciones jóvenes son comunes poaceas anuales y perennes, a mediada que avanza el desarrollo del cultivo se establecen arvenses predominantemente dicotiledóneas.

Se han realizado trabajos de investigación, con el propósito de conocer las principales arvenses que compiten con el cultivo de café. Según Aguilar *et al* (1990) en la IV región las arvenses predominantes son: *Melampodium divaricatum*, (flor amarilla) *Melanthera aspera*, (totolquelite) *Baltimora recta*, (me caso no me caso) *Solanum nigrum*, (mora), *Digitaria sanguinalis*, (manga larga), *Panicum trichoides* (zacate ilusión), y *commelina diffusa*. (Siempre viva). También menciona como importantes las especies: *Trichachne insularis*, *Erigerum longipes* y *Tithonia rotundifolia*.

Manejo de Arvenses en el Semillero

Manejo mecánico. La práctica más común para el control de arvenses en los viveros es la realizada manualmente, esta labor se hace muy costosa ya que absorbe mucha mano de obra y a la vez, las arvenses que tienen raíz pivotante y profunda al ser extraídas existe tendencia a perjudicar el sistema radicular del cafeto. Una recomendación importante para el manejo de las arvenses en el semillero, es controlar las arvenses con tijera en el segundo o tercer par de hojas verdaderas, con esta labor no se daña el sistema radicular del café, y además presenta el mismo efecto que si mantuviéramos el café todo el tiempo limpio, labor que consume mucho tiempo y mano de obra (Aguilar *et al* 1990).

Control químico. Los controles químicos con **Goal** (oxifluorfen) y **Devrinol** (napropamida) en los tres primeros meses presentan un control efectivo sobre las arvenses, favoreciendo el desarrollo de las plantas, estas aplicaciones pre-emergentes deben ir acompañadas de un control mecánico en el tercer par de hojas verdaderas, ya que el período de residualidad de estos productos es muy corto, y no logran controlar las arvenses a lo largo de los seis meses que permanecen las plántulas de cafeto en el vivero.

El tratamiento con **oxifluorfen** debe ser aplicado en el tercer par de hojas, este producto controla de mejor forma las monocotiledóneas, también se ha indicado que **oxifluorfen** aplicado en el segundo y tercer par de hojas causa una leve toxicidad a las plantas del cafeto, sin embargo este daño es superado al final del vivero (Avilés, 1989).

Período Crítico de Control de Arvenses en Viveros

Aguilar *et al* (1990) evaluó periodos de limpieza con el propósito de determinar el tiempo que los cafetos necesitan estar libre de arvenses en el vivero, encontrando que el corte de las arvenses en el tercero y segundo par de hojas verdaderas presentan los mejores resultados en la altura, longitud de raíz, número de nudos y diámetro de los tallos del cafeto.

Relova *et al* (1986) encontraron que el cafeto puede tolerar competencia de arvenses hasta el segundo par de hojas, las plantas que soportan esta competencia no mostraron reducción en el crecimiento. Estos resultados contradicen la práctica común de los productores de mantener todo el tiempo limpio los cafetos, utilizando medios convencionales de control.

Prácticas Culturales

Cobertura muerta. En el establecimiento de viveros, es posible utilizar una serie de materiales sub-productos vegetales, para cubrir el área próxima a las plantas de café. Entre estos materiales podemos mencionar: granza de arroz, pulpa de café y aserrín de madera. Otro producto que constituye un método de control de arvenses es la cobertura con gallinaza, ya que además de ejercer un efecto fertilizante, favorece el control de maleza debido a su capa de mulch.

Manejo de la sombra. Estudios realizados en cafeto en viveros, encontraron que la cobertura de arvenses y la abundancia de las mismas, a plena exposición solar condujo a un rápido desarrollo de las arvenses y un mayor número de individuos por metro cuadrado, en comparación con el café establecido a la sombra. Las arvenses del cafeto en sombra cubrieron en un 100% el suelo un mes más tarde que el cafeto establecido a plena exposición solar (Relova *et al*, 1988).

Manejo de Arvenses en Plantaciones Establecidas

Período crítico de control

No se dispone de resultados de períodos críticos en plantaciones definitivas, sin embargo es conocido que en los primeros años de desarrollo, se requiere mantener el cultivo libre de arvenses, esto principalmente debido al lento desarrollo de los cafetos, lo que permite un cubrimiento rápido de las arvenses en las áreas entre las hileras. El cafeto se debe de mantener libre de arvenses durante el período seco, en este tiempo se da la mayor competencia por agua entre las arvenses y el cafeto.

Manejo mecanizado en plantaciones establecidas

El suelo es uno de los recursos fundamentales para la supervivencia del hombre, en nuestro país esto adquiere mayor importancia, ya que nuestra economía está fundamentada en la agro-exportación. La mayoría de los cafetales del norte de nuestro país están localizados en suelos con alta pendiente, por lo que desde el inicio del establecimiento de las plantaciones de café se debe de hacer uso racional del suelo. En la Región IV de Nicaragua los suelos son planos por lo que el problema de la erosión no es una limitante.

El laboreo tradicional del suelo y el deshierbe con machete (chapea) han sido utilizados en el cultivo del café, con el propósito de reducir el efecto competitivo de las arvenses, sin embargo esta práctica no es la mas adecuada, en comparación con otras medidas de control disponibles. Los principales problemas ocasionados por esta práctica son: aumento de la erosión; aumento de la perdida de humedad; daños a las raíces superficiales de los cafetos; mayor compactación del suelo; favorece el brote de las arvenses rizomatozas ó arvenses que con las labores mecánicas aumentan en su abundancia, etc.

Las chapeas son realizadas con machete, constituyen una práctica generalizada entre los pequeños y medianos productores, está orientada a controlar las arvenses que crecen en la banda, por tanto impide la implementación de cultivos intercalados, con esta práctica es posible realizar eliminación selectiva de arvenses, dejando aquellas que no perjudican al cafeto.

Manejo cultural de arvenses

Cultivos intercalados. Una práctica importante para el manejo de las arvenses en plantaciones de café el uso de cultivos intercalados, esta puede realizarse en plantaciones jóvenes, se utilizan cultivos con alto índice de área foliar de modo que cierre totalmente la calle entre los surcos de café, evitando así la emergencia de las arvenses.

Durante los tres primeros años del cafeto, se puede sembrar otro tipo de cultivo, de modo que cubran totalmente el suelo, controlando de esta manera las arvenses. Investigaciones realizadas por Eslaquit y Aguilar (1989), indican que sembrando piña (*Ananas comosus*) como cultivo intercalado en el café, se reduce el número de individuos, y el peso seco de arvenses en comparación con cobertura viva (arvenses) y suelo con cobertura muerta. Otros cultivos que pueden implementarse durante esos periodos son: frijol común (*Phaseolus vulgaris*), frijol de costa (*Vigna unguiculata*), papaya (*Carica papaya*), etc.

Cobertura muerta (mulching). Constituye una práctica importante que impide la acción del viento y el agua sobre el suelo, y la acción desecadora del sol. Puede ser basada en el empleo de restos vegetales, que impiden la aparición de las arvenses, mejoran la humedad del suelo, es fuente de nutrientes y controla la erosión.

En otros países se han utilizado las especies *Panicum maximun* (monocotiledónea) y *Tithonia rotundifolia* (dicotiledónea) para cubrir las calles en los cafetales (Coste, 1969). En nuestras condiciones pueden usarse residuos de otros cultivos, sembrados en las proximidades, o bien residuos de arvenses que son eliminadas por medio de las chapeas.

Cobertura viva. Muchos investigadores han comprobado que el uso de plantas como cobertura, además de ser una práctica económica ayuda al control de las arvenses,

reduce la evaporación del agua, protege contra la erosión y aporta materia orgánica al suelo, una ventaja adicional es que evita la realización de deshierbes o chapeas, salvo un círculo (caseo) alrededor de la planta de café. Estas plantas de cobertura deben ser implementadas con precauciones, ya que pueden ejercer competencia con los cafetos, al invadir el área próxima a ellos.

En Nicaragua existen de manera espontánea plantas nobles que pueden ser utilizadas para esa función, como ejemplos tenemos: *Panicum trichoides* (zacate ilusión), *Commelina diffusa* (suelda con suelda) *Oplismenus burmanii* (hierba de conejo), las cuales al crecer en la calle no perjudican al café, en las zonas donde predominan estas especies es recomendable la realización de deshierbes selectivos que permitan el establecimiento de estas plantas. Existen otras especies que necesitan establecimiento por medio del hombre, cumpliendo iguales funciones a las descritas anteriormente, en ellas se mencionan: *Zebrina pendula* (cucaracha) *Ipomoea batata* (camotillo) *Pueraria phaseoloides* (kudzu tropical) y *Centrosema pubescent* (gallinita).

Control químico

En los últimos tiempos han sido evaluados diferentes herbicidas para el control de arvenses en café, el uso de estos productos trae algunas ventajas al compararlo con las labores mecánicas, se menciona una mayor eficiencia en el control de arvenses, además se disminuye la erosión y el escurrimiento del agua, se eliminan los daños a las raíces y tallos de la plantas de café. En general el método es de mas rápida implementación y muy rentable.

En nuestras condiciones se usa el glifosato. La aplicación de este producto es de post-emergencia a las arvenses, evitando el contacto del producto con las plantas de café (post-emergente dirigido). La recomendación de su uso se da en plantaciones de mas de dos años de plantadas.

También pueden utilizarse el **diuron** mezclado con **simazina** en aplicación pre-emergente. **Diuron** es recomendado para el control pre-emergente de arvenses en café, requiriendo buena humedad en el suelo, estableciendo un intervalo de 4 a 6 meses entre aplicación.

Otros químicos recomendados son: **oxifluorfen** + **diuron** aplicados cada 4 meses, resultados experimentales demuestran que esta práctica no difiere de periodos prolongados de control, lo que demuestra lo innecesario de mantener el suelo todo el tiempo limpio. Los controles químicos cada 4 y 6 meses, pueden ser utilizados como una alternativa para reducir los costos y la mano de obra. Se recomienda utilizar un control mecánico cada 2 o 4 meses alternándolo con un control químico cada seis meses procurando que no exista mucha competencia con las arvenses.

Otro herbicida que ha sido utilizado en café para el control de arvenses anuales es la **ametrina**, aplicado en pre-emergencia o en post-temprano y la **simazina** en pre-

emergencia, la combinación de estos productos en pre-emergencia o en post-temprano es una buena alternativa en plantaciones mayores de un año. Otro herbicida pre-emergente recomendado es la **napropamida** el cual se recomienda en plantaciones jóvenes.

En la actualidad se pueden utilizar herbicidas post-emergentes graminicidas de acción foliar y totalmente selectivos a cultivos de hoja ancha como el cafeto, e.g., **fluazifop butil**, **setoxidin**, **diclofop-metil**, etc.

Manejo integrado de arvenses

El manejo de arvenses en plantaciones de café tiene una relación estrecha con otros factores del agro-ecosistema, por tanto un manejo inadecuado de las mismas puede traer daños de importancia tanto al cultivo como al medio ambiente.

La selección de un método o combinación de métodos de control contra arvenses en café, depende de las especies de arvenses presentes en el cafetal (arvenses dañinas, arvenses nobles, etc.), tipo de iluminación del cafetal (sol o sombra), etapa de desarrollo de los cafetos, tipo de suelo, régimen de precipitaciones, topografía del lugar, todos estos factores relacionados a la conservación del suelo. Así mismo, es necesario considerar la disponibilidad de personal, medios técnicos y la rentabilidad de los métodos disponibles.

Los principales métodos disponibles son: chapeas, coberturas vivas, cultivos intercalados; herbicidas. La verdadera utilidad de cada uno de esos métodos está en dependencia de las condiciones predominantes en el área del cafetal. El método químico por si solo no constituye garantía única y permanente para reducir las arvenses en nuestras plantaciones cafetaleras.

En áreas de extrema pendiente, como las plantaciones de la región norte del país, la conservación del suelo debe ser un aspecto importante a considerar. En este caso debe combinarse el uso de herbicidas en bandas y la cobertura viva en la calle o entrelíneas, pueden utilizarse fajas de cobertura, chapea de arvenses y cobertura en la calle.

CAPITULO XIV

MANEJO DE ARVENSES EN CAÑA DE AZÚCAR

La caña de azúcar es uno de los cultivos mas sensibles a la competencia de las arvenses, su lento desarrollo inicial, los espaciamiento amplios entre surco, y las características de su follaje (hoja fina), crean desventajas en la habilidad de este cultivo para competir con las arvenses. Generalmente se han utilizado medios químicos para el control de las arvenses en este cultivo, sin embargo el Centro Nacional de Investigación de la Caña de azúcar tiene el reto de trabajar fuertemente, para generar información de orden práctico, donde destaquen actividades de manejo cultural, encaminadas a un manejo eficiente, oportuno y efectivo de las arvenses.

Arvenses Predominantes en Caña de Azúcar en Nicaragua

Estudios realizados en nuestras plantaciones de caña de azúcar, indican que las arvenses de mayor distribución e intensidad son: *Cyperus rotundus* L (coyolillo); *Ixophorus unisetus* (Presl) Schlencht (zacate chompipe); *Digitaria ciliaris* (Retz.) Koel (manga larga); *Panicum hurticaule* Prest.; *Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf (jaragua); *Cyperus sculentus* L. (coquito); y *Brachiaria fasciculata* (SW) Parodi. (Salgado y Rodríguez, 1989).

Otra maleza de importancia en nuestros cañaverales es la *Rottboelia cochinchinensis* L. F. (caminadora) la cual invade áreas de caña de azúcar en la Costa Atlántica, Chinandega y la IV Región. Las características de esta especie y las referencias obtenidas de otros países indican la agresividad de esta maleza, lo cual obliga a desarrollar estrategias de prevención evitando de esa forma su propagación y establecimiento en nuestras condiciones.

Quiroz (1996) realizó un estudio de inventario de arvenses en el ingenio azucarero Javier Guerra, en el cual determinó 79 especies de arvenses. Atendiendo a su división en clases, el 68.35 por ciento corresponden a dicotiledóneas y el 31.65 por ciento a monocotiledóneas. Del total de monocotiledóneas, el 72 por ciento pertenecen a la familia *poaceae* y el 20 por ciento a la familia *cyperaceae*.

En el estudio de inventario de arvenses se determinaron en total 24 familias de plantas, cuatro de las cuales pertenecen a la clase monocotiledónea (*poaceae*, *cyperaceae*, *tiliaceae* y *commelinaceae*) y 20 a la clase dicotiledónea.

El manejo implementado en los cañaverales ha permitido la especialización de las arvenses. Cuando se estableció el ingenio TIMAL, la principal arvense era el jaragua (*Hiparthenia ruffa*), para el año 1987 apareció con dominancia la caminadora (*Rottboelia cochinchinensis*) la cual para el año 1990 había invadido el 100 por ciento de las áreas que componen el complejo productivo. En el año 1991 aparece en la cenosis el zacate de llano o zacate aguja (*Chloris chloridaeae*), la cual para el año 1996 había invadido el 100 por ciento de las áreas productivas.

La especialización de la flora ha sido producto de la utilización de herbicidas específicos para el control de las arvenses de turno. Lo anterior tiene como consecuencia el establecimiento del zacate de aguja, maleza que se constituye en la especie de más difícil manejo en el momento actual en Nicaragua.

Períodos Críticos de Control de Arvenses en Caña de Azúcar

La O' *et al* (1895), refieren que las arvenses reducen grandemente la productividad de la caña de azúcar, competencia de arvenses durante un período de 45 días reducen en un 12 por ciento la productividad de azúcar, alcanzando un porcentaje de 35 por ciento cuando la competencia se da durante un período de 90 días, además determinó un período crítico de competencia que oscila entre 20 y 120 días, siendo este período el que debe mantenerse limpio el cultivo, para asegurar un buen desarrollo vegetativo que permita buenos rendimientos.

La caña de azúcar se clasifica como un cultivo de períodos largos de limpieza, ya que requiere un control de arvenses de 100 a 200 días a partir de la emergencia de los brotes (Nieto, 1968); como todo cultivo la caña de azúcar es mas sensible a las arvenses y a otros factores adversos durante los primeros estadios de crecimiento, y hasta que la misma completa el macollamiento. Arévalo *et al* (1977) indica que el período crítico de competencia de arvenses en caña de azúcar se inicia a los 60 días desde la brotación del cañaveral, prolongándose hasta su cierre. Este autor refiere que competencia de arvenses durante un período de 60 días es perjudicial en el rendimiento del cultivo.

Salgado (1990) refiere que las arvenses influyen negativamente en el crecimiento y desarrollo de la caña de azúcar desde los primeros estadios del cultivo. La caña de azúcar debe mantenerse sin arvenses al menos hasta los 60 días después de la siembra.

Manejo Cultural de Arvenses en Caña de Azúcar

El productor tiene a su disposición, algunas prácticas de manejo, que pueden influir de manera positiva en la reducción de las arvenses en el cultivo de la caña de azúcar, dentro de ellas destacan:

MANEJO DE ARVENSES EN CAÑA DE AZÚCAR

Cobertura muerta: Una práctica importante que reduce las poblaciones de arvenses en los campos cultivados de caña planta, es la cobertura muerta, esta puede estar compuesta de residuos de ciclos anteriores (cogollo), el cual se distribuye en la entrecalle con el propósito de evitar la germinación de las arvenses. En Cuba se han obtenido resultados positivos con el uso de este método, el cual es barato y efectivo para el manejo de las arvenses y conservacionista, ya que evita la pérdida de suelo y de humedad.

Cultivos asociados. El amplio espaciamiento utilizado entre los surcos, y el lento desarrollo inicial de la caña de azúcar, puede ser utilizado para incluir un cultivo en asocio. En Nicaragua se ha utilizado la siembra de frijol común en las calles, evitando de esa manera los controles de arvenses en los estadios tempranos de desarrollo del cultivo.

Manejo Mecánico de Arvenses en Caña de Azúcar

El deshierbe manual es utilizado en áreas pequeñas, en la actualidad es una práctica reducida debido a la escasez de mano de obra. Otra desventaja de esta labor es que al realizarla en condiciones de alto enmalezamiento se inducen daños mecánicos al cultivo. Una práctica mecánica importante es la preparación del suelo, deben realizarse labores con intervalos de 15 días aproximadamente, para permitir la germinación de las arvenses y que estas sean eliminadas con la labor posterior.

Manejo Químico de Arvenses en Caña de Azúcar

Gran cantidad de herbicidas han sido utilizados satisfactoriamente para el control de arvenses en caña de azúcar, entre ellos destacan productos pertenecientes a las triazinas, como la **ametrina** el cual es un herbicida selectivo, de uso pre y post-emergente, utilizado para el control de arvenses anuales de hoja ancha y poaceas, también se recomienda la **atrazina** de uso pre-emergente, el cual se caracteriza por su alta residualidad, es utilizado para el control de arvenses de hoja ancha y algunas poaceas, En los últimos tiempos se ha utilizado de forma satisfactoria la **metribuzina**, el cual se utiliza como pre y post-emergente temprano para el control de arvenses de diversos tipos. Otro herbicida pre y post-emergente temprano es la **cyanazina**, el cual controla arvenses de hoja ancha y poaceas anuales.

El **diuron**, ha sido utilizado contra arvenses de hoja ancha y hoja angosta, se aplica de pre y post-emergencia temprana. También se ha utilizado el Velpar que es una mezcla de **hexazinona + diuron**, el cual controla arvenses de hoja ancha perennes y anuales. Los herbicidas hormonales son muy utilizados en este cultivo. El **dicamba**, de uso post-emergente, se utiliza para el control de arvenses de hoja ancha, anuales y perennes. El 2,4-D es un herbicida selectivo al cultivo, específico para hoja ancha.

Los productos químicos recomendados pueden combinarse para lograr un mayor espectro de control, se utilizan combinaciones de **ametrina + 2,4-D**; **atrazina + 2,4-D**; **diuron + 2,4-D**; **ametrina + diuron**; **metribuzina + 2,4-D** etc. Además es importante que el control de las arvenses no recaiga solamente sobre uno o dos productos químicos, se tienen alternativas de diferentes productos, los cuales pueden utilizarse en rotación, para evitar acumulación de residuos y resistencia de parte de las arvenses.

Manejo Integrado de Arvenses en Caña de Azúcar

El manejo de arvenses en caña de azúcar constituye una práctica que involucra gran cantidad de mano de obra e insumos, especialmente cuando se trata de caña planta. Las labores se reducen un poco para el segundo y tercer año (caña soca).

Las labores de control de arvenses en la caña de azúcar en el momento actual comprenden el 60 por ciento de los costos totales de producción. Algunas empresas que se dedican a la explotación cañera incluyen un total de hasta siete labores de control de arvenses a lo largo del ciclo del cultivo, el cual se extiende hasta los 170 días, de siembra a cosecha.

Las labores implementadas incluyen control manual, labores de cultivo y control químico. Las labores iniciales de control de arvenses inician con la preparación del suelo, con lo cual se eliminan restos de arvenses que provienen de la cosecha anterior. Posteriormente se aplica un herbicida post temprano, que en la mayoría de los casos es **imazapir** (Arsenal) el cual es de amplio espectro, y proporciona control de las arvenses durante un período aproximado de 35 días después de la siembra.

Cincuenta días después de la siembra se realiza un cultivo mecánico, por medio de la utilización de escardillos. Esta labor es acompañada de una práctica de aporque para eliminar las arvenses dentro del surco. Veinte días posteriores a esta labor se realiza un segundo aporque, el cual tienen como objetivo además del control de las arvenses, el levantamiento del bordo para facilitar así la cosecha mecanizada.

Posteriormente, se realiza una segunda aplicación de herbicidas (post-emergente) a base de herbicidas **diuron** (Karmex) y **terbutrina** (Igram) mezcla que proporciona control de arvenses hasta que el cultivo cierra calle (120 días después de la siembra).

La última labor se realiza por medio de la utilización de **glifosato** (Round-up), el cual se aplica cuando empieza la madurez fisiológica del cultivo y las primeras hojas empiezan a disecarse. Esta última aplicación tienen como objetivo permitir la cosecha de la caña de azúcar en terreno limpio y evitar la producción de semillas de arvenses.

CAPITULO XV

MANEJO DE ARVENSES EN EL CULTIVO DE SORGO GRANIFERO

Durante los últimos años se ha observado el auge y la importancia que el cultivo del sorgo granífero ha tomado dentro de la agricultura nacional, a tal punto que las áreas de producción para el año 1996-1997 alcanzaron una superficie de 43 800 manzanas, con una producción de 1623 200 qq. La producción promedio por área fue de 37.05 qq mz^{-1} (MAG, AMPROSOR y Departamento de producción del BCN).

A pesar de su importancia, los niveles de producción de sorgo, están por debajo de los rendimientos potenciales del cultivo. La deficiencia en la producción es debida principalmente a prácticas tecnológicas erradas, las cuales han suscitado una serie de problemas en los sistemas de producción, que amenazan con reducir año a año la productividad de los suelos utilizados para la producción de tan importante cultivo. Esta situación se ha agudizado en los últimos años debido a los cambios en el medio ambiente, la pérdida de recursos y a diversos factores bióticos que afectan la producción de este cultivo.

A pesar de los múltiples problemas encontrados para la producción de sorgo, todavía es posible cosecharlo de forma rentable, por medio de la utilización de tecnologías de producción que aseguren buena productividad, ahorro de recursos, y beneficios al medio ambiente.

El crecimiento rápido de la producción de sorgo, al igual que la necesidad de tecnificar el cultivo, ha traído consigo problemas que afectan la producción, siendo uno de ellos el manejo de las arvenses, las cuales disminuyen significativamente los rendimientos de grano. Lo anterior hace necesario el control eficaz de dichos individuos, pero a la vez es necesaria la implementación de técnicas que aseguren reducir las arvenses de los campos sorgueros, sin deterioro de los recursos disponibles y del medio ambiente.

En Nicaragua, el uso incorrecto de herbicidas a base de atrazina para el control de maleza en el cultivo del sorgo, ha ocasionado un aumento considerable de aquellas especies poaceas que no controla dicho herbicida, principalmente *Cenchrus* sp, (mozote) *Leptochloa* sp, (hierba de hilo) y *Rottboellia cochinchinensis* (caminadora), las

cuales debido a su agresividad limitan significativamente el potencial de rendimiento de variedades y/o híbridos en la producción de grano (Pineda, 1986).

Arvenses Reportadas Sorgo Granifero en Nicaragua

Las principales arvenses que compiten con el cultivo del sorgo en Nicaragua, son las del tipo hoja fina, entre las cuales destacan el invasor (*Sorghum halepense*), la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*), el mozote (*Cenchrus pilosus*), hierba de hilo (*Leptocloa filiformis*), la manga larga (*Digitaria sanguinalis*) y el zacate dulce (*Ixophorus unisetus*).

El enmalezamiento puede estar compuesto de zacates anuales (hoja fina) o monte (hoja ancha) o de la combinación de ambos tipos. En algunos casos el enmalezamiento esta compuesto de una especie en particular, como el caso de *Cyperus rotundus* L. (coyolillo), invasor (*Sorghum halepense*) y caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*).

La flora descrita ha sido un resultado de las aplicaciones de atrazina, herbicida, que controla básicamente arvenses de hoja ancha, lo que ha permitido el establecimiento de una flora predominantemente de hoja fina.

Observaciones de campo han demostrado que la flora predominante en plantaciones de sorgo son preferentemente arvenses de hoja fina, sin embargo pueden aparecer algunas arvenses de hoja ancha, según se muestra en el Cuadro 22.

Cuadro 22. Principales arvenses reportadas en el cultivo de sorgo en Nicaragua. (Juárez, 1997).

| Familia | Especie | Nombre común |
|-----------------------|--|-----------------|
| Arvenses de hoja fina | | |
| Cyperaceae | <i>Cyperus rotundus</i> L. | Coyolillo |
| Cyperaceae | <i>Cyperus sculentus</i> L. | Coquito |
| Poaceae | <i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers. | Invasor |
| Poaceae | <i>Ixophorus unisetus</i> (Presl.) L. | Zacate dulce |
| Poaceae | <i>Rottboellia cochinchinensis</i> L. F. | Caminadora |
| Poaceae | <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. | Pata de gallina |
| Poaceae | <i>Panicum trichoides</i> | Zacate ilusión |
| Poaceae | <i>Panicum maximum</i> | Zacate guinea |
| Poaceae | <i>Leptocloa filiformis</i> | Hierba de hilo |
| Poaceae | <i>Echinochloa colonum</i> | Gramma colorada |
| Poaceae | <i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop | Manga larga |

Arvenses de hoja ancha

| | | |
|----------------|--|----------------|
| Acanthaceae | <i>Blechum pyramidatum</i> | Camarón |
| Asteraceae | <i>Ageratum conyzoides</i> L. | Flor azul |
| Asteraceae | <i>Baltimora recta</i> | Me caso no me |
| Asteraceae | <i>Bidens pilosa</i> L. | Mozotillo |
| Asteraceae | <i>Melampodium divaricatum</i> (L. Rich) | Flor amarilla |
| Asteraceae | <i>Melanthera aspera</i> L. | Totolquelite |
| Asteraceae | <i>Titonia tubaeiformis</i> | Jalacate |
| Amaranthaceae | <i>Amaranthus spinosus</i> L. | Bledo |
| Convolvulaceae | <i>Ipomoea</i> sp | Campanita |
| Euphorbiaceae | <i>Chamaesyce hirta</i> | leche leche |
| Euphorbiaceae | <i>Euphorbia heterophylla</i> | Pastorcillo |
| Euphorbiaceae | <i>Phyllanthus niruri</i> | Tamarindillo |
| Fabaceae | <i>Desmodium tortuosum</i> | Pega pega |
| Verbenaceae | <i>Priva lupulacea</i> | Pega pega |
| Malvaceae | <i>Sida acuta</i> | Escoba lisa |
| Mimosaceae | <i>Mimosa pudica</i> | Dormilona |
| Papaveraceae | <i>Argemone mexicana</i> | Cardo santo |
| Portulacaceae | <i>Portulaca oleracea</i> | verdolaga |
| Rubiaceae | <i>Richardia scabra</i> | Chichicastillo |
| Solanaceae | <i>Physalis angulata</i> | Popa |
| Zygophyllaceae | <i>Kalstroemia maxima</i> | Verdolaguilla |

Que Hacer con las Arvenses que Aparecen Durante el Ciclo del Cultivo

Las arvenses que aparecen durante el desarrollo del cultivo crecen con menos fuerza por que son afectadas por el sorgo y el efecto residual de los herbicidas, pero también protegen el suelo de las lluvias y escorrentías, absorben nutrientes que podrían ser lavados, dan refugio y alimento a la fauna benéfica. Las arvenses que sobreviven después de la cosecha protegen los suelos de los fuertes vientos del verano.

Esto último es parte del papel que juegan las arvenses en los campos cultivados, y es importante que le brindemos la oportunidad de ayudar a conservar los recursos como agua y suelo.

Período Crítico de Control de Arvenses

Investigaciones realizadas en diferentes países, han permitido concluir que para el caso del sorgo granífero las primeras 3-5 semanas son críticas y es durante este período que deberá eliminarse las arvenses, de lo contrario las pérdidas de rendimiento de grano oscilan entre el 18 y 40 por ciento, dependiendo de la especie que este compitiendo (Pineda, 1989).

Alemán y Alemán (1993) indican que el sorgo necesita permanecer sin competencia de arvenses por un periodo de 45 días después de su establecimiento para obtener los

mejores rendimientos, de igual forma refieren que el sorgo reduce su rendimiento en un 62.4 por ciento cuando permanece en competencia con las arvenses durante todo el ciclo.

Las opciones de manejo de arvenses en el cultivo de sorgo son: prácticas culturales, técnicas de siembra y manejo químico.

Prácticas Culturales

Rotación de cultivos. Por lo general el productor de sorgo utiliza la siembra de sorgo-sorgo en ciclos continuos, esta práctica de monocultivos induce al agotamiento de la fertilidad de los suelo y facilita el establecimiento y dispersión de comunidades de arvenses de difícil manejo. En estas condiciones el establecimiento de otro cultivo con características contrastantes a las del sorgo se constituye en la práctica más efectiva para reducir arvenses de difícil manejo, solo así podrán ser reducidas de los campos de producción de sorgo.

El manejo de arvenses inicia desde el ciclo anterior a la siembra de sorgo. La rotación de sorgo y leguminosas es la práctica mas efectiva para controlar arvenses de difícil manejo. La soya (*Glicine max*) promete ser un cultivo importante para la rotación con sorgo ya que los sub-productos de la soya pueden ser adicionados al grano de sorgo en la manufactura de alimentos para aves.

Centeno y Castro (1993) señalan buen efecto sobre las comunidades de arvenses en el cultivo de sorgo, cuando antecede el cultivo de ajonjolí. Lo anterior resalta cuando es combinado con control de arvenses durante el período crítico

Buena preparación del suelo. La buena preparación del suelo controla las arvenses presentes y permite que las semillas de las arvenses se depositen en la capa superficial, lo cual facilita la acción de los herbicidas pre-emergentes.

La preparación del suelo debe permitir que éste quede suelto y los residuos de arvenses sean incorporados. La presencia de terrones y deficiente nivelación en el campo afectan la germinación de la semilla y reducen el efecto de los herbicidas utilizados en pre-emergencia y post-emergencia temprana

Uso de semilla de buena calidad. Un cultivo sano y vigoroso se defiende de mejor manera de las arvenses, por tanto el uso de semilla de buena calidad asegura buena germinación y vigor y permite establecimiento rápido del cultivo.

No olvidar que las plantas que se establecen de manera inicial en el campo, son las que predominan al final. La siembra inmediata, después de la preparación del suelo y la colocación superficial de la semilla de sorgo, permite al cultivo rápida emergencia y mejor defensa en contra de las arvenses.

Limpieza de implementos de labranza y sembradoras. Debe procurarse la limpieza de sembradoras e implementos de labranza, antes de introducirlos a su lote de siembra.

Evitar el semillamiento. No se debe permitir la reinfección de semilla de arvenses en el campo. Realizar los controles antes del semillamiento.

Por último hay que recordar, cualquier práctica que beneficie al sorgo (adecuada fertilización al fondo del surco, control de plagas etc.) permite un mejor desarrollo del cultivo y mejor defensa en contra de las arvenses.

Técnicas de Siembra

Siembras tempranas. Las siembras tempranas e inmediatamente después de la preparación del suelo, permiten que las plantas de sorgo se establecen de manera inicial, y que al final del ciclo prevalezcan en vez de las arvenses.

Utilice sembradoras en buen estado. Es aconsejable utilizar sembradoras en buen estado. Es importante regular la siembra a profundidad uniforme y superficial. Siembras profundas ocasionan que el sorgo tarde mas tiempo en emerger, lo que permite ventajas en el establecimiento de las arvenses.

Altas densidades de plantas. Las altas densidades de plantas permiten que el cultivo se defienda de las arvenses. Un buen arreglo de plantas asegura cierre temprano de calle y reduce la necesidad de controles post-emergentes. Bajas poblaciones de plantas y fallas dentro del surco aseguran la presencia abundante de las arvenses.

El sorgo es un cultivo de fuerte competencia en contra de las arvenses, por su rápido crecimiento inicial su porte alto y su capacidad de cerrar calle. El uso densidades altas combinadas con distancias reducidas entre los surcos, ayudan al control de las arvenses.

Si los métodos culturales son efectivos, el sorgo realizara su propio control de las arvenses.

Manejo Mecánico de Arvenses en Sorgo

En situaciones donde la presión de arvenses es alta y el control químico pre-emergente proporciona control de arvenses únicamente durante los primeros 30 días, es conveniente la utilización de mayores distancias de siembra, lo cual permite control mecánico de las arvenses por medio de la utilización de escardillo tirados por un tractor

La labor con los escardillos proporciona control de arvenses entre las hileras, sin embargo permite el crecimiento de las arvenses dentro de las hileras. Un efecto posi-

tivo secundario de la labor con escardillo es el arrimo de tierra a la base de las plantas posterior a la fertilización nitrogenada, lo cual proporciona mayor eficiencia en el aprovechamiento del fertilizante y en el reforzamiento de la base de la planta.

Manejo Químico de Arvenses en Sorgo

El uso de herbicidas es una acción complementaria a las prácticas culturales utilizadas para reducir las arvenses y no método único de control.

Factores a Considerar para el Uso de Herbicidas

Buena calibración del equipo de aplicación. En la mayoría de los casos, las fallas en el control de arvenses por medio de la utilización de herbicidas, se debe a deficiente calibración del equipo.

Correcta dosificación. Es esencial calcular la cantidad de producto que requiere la aplicación. Sobredosis ocasionan toxicidad al cultivo, en cambio sub-dosis provocan deficiente control de arvenses. La selectividad de los herbicidas es relativa, y una ligera variación en la dosis puede afectar la efectividad del producto.

Aplicación oportuna. El producto químico debe asegurar control durante el primer tercio de desarrollo del cultivo, que es cuando las arvenses afectan seriamente la producción de sorgo (período crítico).

Herbicida apropiado. Para recomendar la utilización de herbicidas es importante el conocimiento del historial del lote y el muestreo inicial de arvenses previo a la preparación del suelo. La aplicación de los herbicidas debe basarse en el tipo de maleza presente.

Para el muestreo se recorren los campos a sembrar y se identifica el tipo de enmalezamiento presente. El enmalezamiento puede estar compuesto de zacates anuales (hoja fina) o monte (hoja ancha) o de la combinación de ambos tipos. En algunos casos el enmalezamiento esta compuesto de una especie en particular, como el caso de *Cyperus rotundus* L. (coyolillo), invasor (*Sorghum halepense*) y caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*).

Productos Herbicidas Recomendados en Base al Tipo de Arvense

Si el enmalezamiento es de zacates anuales, con predominancia de caminadora es recomendable la utilización de **pendimetalin**. La aplicación se realiza en post-emergencia temprana (cuando el sorgo tenga de 3 a 4 hojas). Arvenses con mas de dos hojas no son controladas por pendimetalin.

Si el enmalezamiento es de zacates anuales, como zacate dulce, manga larga, mozote e invasor, utilice metholachlor. Para la utilización de **metholachlor**, la semilla de sorgo tienen que ser tratada con un protectante (**concept II**), de otra forma el cultivo se ve afectado por el herbicida. La aplicación puede realizarse posterior a la siembra o en post-temprana.

Si el enmalezamiento es de hoja ancha, puede utilizarse **atrazina**, cuando el sorgo posea de 2 a 3 hojas. Este producto por su residualidad, limita la rotación de sorgo con leguminosas.

Si el enmalezamiento posee ambos tipos de arvenses, es recomendable la utilización de **atrazina** en combinación con **metholachlor**. La aplicación se realiza en post-temprana, utilizando la mitad de la dosis recomendada como herbicida solo.

Si la maleza predominante es coyolillo puede utilizar **metholachlor**, como pre-siembra incorporado o realizar tratamientos de **glifosato** previo a la siembra, sobre plantas de coyolillo que presenten al menos diez por ciento de floración.

Para el control de semilla vegetativa de invasor, se recomienda rotación con leguminosas y la utilización de **fluazifop-butil** en el cultivo antecesor.

Recuerde, el mejor efecto de los herbicidas pre-emergentes y post-tempranos se logra sobre suelo bien preparado y con buena humedad.

Resultados experimentales (Juárez, 1997) muestran el efecto de tratamientos herbicidas sobre las comunidades de arvenses presentes en sorgo granifero. Los tratamientos atrazina+prowl y dual fueron los que resultaron con menores cantidades de biomasa de arvenses, no así el tratamiento atrazina que obtuvo después del testigo las mayores acumulaciones de peso seco (Figura 34).

Las arvenses asociadas al cultivo de sorgo en el área experimental estaban constituidas principalmente por poaceas, lo cual permitió que la atrazina no manifestara el control deseado.

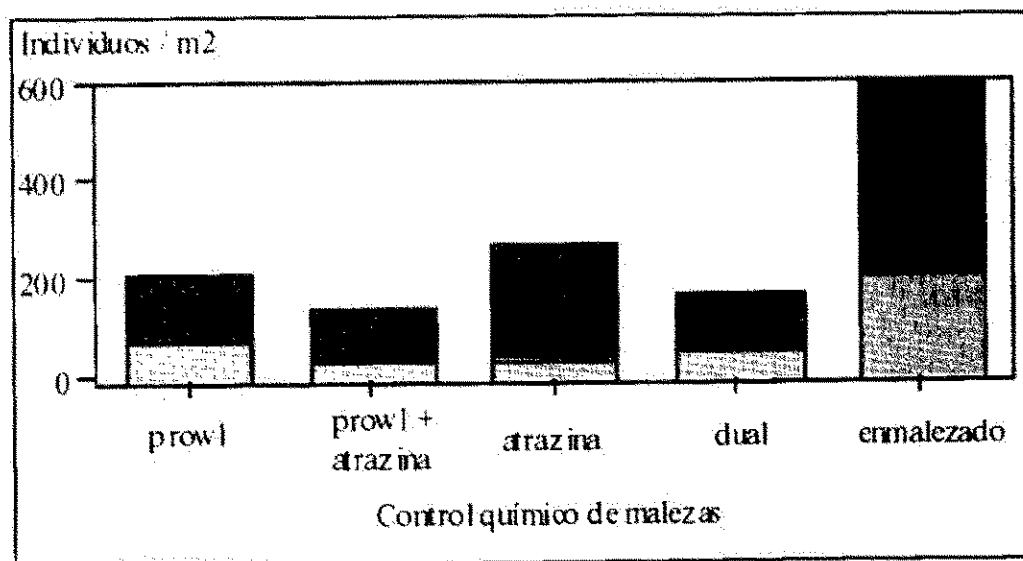


Figura 34. Biomasa de arvenses influenciada por tratamientos químicos herbicidas. Evaluación realizada a los 50 días después de la siembra.

CAPITULO XVI

MANEJO DE ARVENSES EN EL CULTIVO DE MAÍZ

El maíz (*Zea mays* L.) es el tercer cereal mas importante en el mundo. Junto al arroz (*Oryza sativa* L.) y el trigo (*Triticum aestivum* L.) constituyen los cultivos que dominan la producción mundial de cereales. El maíz es originario de América, pero en la actualidad es ampliamente cultivado en diferentes regiones del mundo, inclusive en diferentes climas y latitudes (Cuadra, 1993).

En Nicaragua se estima que un 45 por ciento del área disponible para la siembra de cultivos se utiliza para la producción de maíz. Para el ciclo 1989-1990 se sembraron en Nicaragua un total de 228 610.5 ha., obteniéndose un rendimiento promedio de 1257.6 kg ha⁻¹, siendo el interior del país la zona en que se cultiva en mayor intensidad, teniendo un 75 por ciento del total de maíz sembrado (Alemán y Tercero, 1991).

En la producción de maíz existen una serie de factores agro-ecológicos que limitan la producción, entre ellos se mencionan la falta de agua durante la postrera, la utilización de variedades criollas, la proliferación de plagas y enfermedades y el efecto de la competencia de las arvenses.

Alemán y Tercero (1991) mencionan que uno de los aspectos al que hay que poner atención en la investigación en maíz es el manejo de prácticas que aseguren la conservación de los recursos, haciendo énfasis en el recurso suelo y en el manejo cultural de arvenses, englobadas en estrategias integradas de manejo. La mayoría de las investigaciones se centran en el control químico, el cual no constituye una solución en cultivos como el maíz.

Arvenses Predominantes en la Producción de Maíz en Nicaragua

Cruz (1996) realizó experimentos de control de arvenses en maíz, encontrando un total de seis familias de plantas representadas en 14 especies, la mayoría de ellas pertenecientes a la clase monocotiledónea. Las Arvenses con mayor frecuencia fueron: *D. sanguinalis*, *S. geniculata*, *I. unisetus*, *S. acuta* y *C. rotundus*. En las condiciones del experimento se presentaron 14 especies, nueve de las cuales pertenecen a la clase monocotiledóneas y cinco especies a la clase dicotiledónea. Las especies reportadas

por Cruz (1986) coinciden con las reportadas por Beck (1985) quien realizó inventarios de arvenses en plantaciones de maíz en Nicaragua y proporciona una lista de las más importantes y frecuentes encontradas en los muestreos (Cuadro 23).

Cuadro 23. Arvenses de mayor frecuencia reportadas en inventarios realizados en campos de producción de maíz en Nicaragua. (Beck, 1985).

| Nombre científico | Nombre común | Familia |
|---|---------------------|----------------|
| Arvenses de hoja fina | | |
| <i>Cyperus rotundus</i> L. | Coyolillo | Cyperaceae |
| <i>Cenchrus pilosus</i> H. B. K. | Mozote | Poaceae |
| <i>Echinochloa colonum</i> L. | Gramma colorada | Poaceae |
| <i>Sorghum halepense</i> | Zacate invasor | Poaceae |
| <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. | Zacate de gallina | Poaceae |
| <i>Leptochloa filiformis</i> (Lam.) Beauv. | Hierba de hilo | Poaceae |
| <i>Panicum hirticaule</i> K. B. Presl | Zacate peludo | Poaceae |
| <i>Panicum trichoides</i> Swartz | Zacate ilusión | Poaceae |
| <i>Digitaria bicornis</i> (Lam.) Roem. & Sch. | Manga larga | Poaceae |
| <i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn. | Pata de gallina | Poaceae |
| <i>Ixophorus unisetus</i> K. B. Presl | Zacate de agua | Poaceae |
| <i>Setaria geniculata</i> (Lam.) Beauv. | Cepillo de dientes | Poaceae |
| <i>Ophismenus burmanii</i> | Zacate conejo | Poaceae |
| Arvenses de hoja ancha | | |
| <i>Amaranthus spinosus</i> L. | Bledo | Amaranthaceae |
| <i>Baltimora recta</i> L. | Me caso, no me caso | Asteraceae |
| <i>Melampodium divaricatum</i> (L. R. ex P.) | Flor amarilla | Asteraceae |
| <i>Melanthera aspera</i> L.C. Richard | Totolquelite | Asteraceae |
| <i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millspaugh | Leche de sapo | Euphorbiaceae |
| <i>Chamaesyce lasiocarpa</i> (KL.) Arthur | Leche leche | Euphorbiaceae |
| <i>Cleome viscosa</i> L. | Frijolillo | Capparaceae |
| <i>Phyllanthus niruri</i> L. | Tamarindillo | Euphorbiaceae |
| <i>Sida acuta</i> Burm. F. | Escoba lisa | Malvaceae |
| <i>Boerhaavia erecta</i> L. | Golondrina | Nyctagynaceae |
| <i>Portulaca oleraceae</i> L. | verdolaga | Portulacaceae |
| <i>Richardia scabra</i> L. | Chichicastillo | Rubiaceae |
| <i>Hybanthus attenuatus</i> (H & B) G. K. S. | Hibantus | Violaceae |
| <i>Kallstroemia maxima</i> (L.) Hr & A. | Verdolaguilla | Zygophyllaceae |

Períodos Críticos de Control de Arvenses

Beck (1985) realizó trabajos relacionados a períodos críticos de competencia. Dichos trabajos se desarrollaron en el centro experimental Campos Azules, e indican

que el período crítico se encuentra entre las fases de crecimiento de 2-3 a 6-7 hojas. Un control de arvenses anterior o posterior a estas fases de crecimiento no redundará en aumentos de rendimiento. La reducción de rendimiento cuando se deja competir las arvenses durante todo el ciclo alcanza un 60 por ciento.

Lo anterior indica que la competencia de arvenses en el cultivo de maíz se inicia en una fase de desarrollo relativamente temprana, por tanto es necesario iniciar el manejo en pre-emergencia y evitar las labores mecánicas en períodos tardíos durante el ciclo del cultivo. Por otro lado, atendiendo al período crítico es difícil que una sola labor de control sea suficiente para mantener libre de arvenses el cultivo durante el período crítico. Por tanto, la aplicación de herbicidas pre-emergentes y una posterior labor mecánica o la aplicación de herbicidas post-emergentes resultan indispensables.

En términos generales, para obtener un rendimiento mínimo aceptable del 70 por ciento, el cultivo tiene que permanecer libre de arvenses entre la segunda y quinta semana después del establecimiento del cultivo.

Manejo Cultural de Arvenses en el Cultivo del Maíz

El manejo cultural incluye las prácticas agronómicas que benefician el establecimiento del cultivo en detrimento de las arvenses. Entre estas prácticas destacan la utilización de semilla vigorosa que permita un establecimiento rápido del cultivo de maíz, manejo adecuado de las densidades y las distancias de siembra. Por otro lado, la preparación del suelo y la siembra son de primordial importancia en el rendimiento del maíz. Un descuido en la preparación del suelo y el establecimiento de bajas densidades de plantas asegura la proliferación de arvenses y la obtención de bajos rendimientos de maíz.

Una buena preparación del suelo elimina las arvenses presentes. El laboreo del suelo dos semanas antes de la siembra permite, que al momento de la siembra del maíz, se de la eliminación del chinaste y se retarde la germinación de nuevas arvenses.

A continuación se mencionan algunas prácticas culturales de trascendencia en el comportamiento de la comunidad de arvenses en el cultivo de maíz.

Rotación de cultivos. El principal medio para evitar la especialización de las comunidades de arvenses en el cultivo de maíz es la rotación de cultivos. Investigaciones realizadas en Nicaragua muestran que la soya (*Glicine max*) como cultivo precedente al maíz reduce la abundancia y diversidad de arvenses. Caso contrario sucede cuando se utiliza ajonjolí como cultivo precedente (Centeno y Castro, 1993).

Una práctica muy común entre la pequeña producción en Nicaragua es la rotación maíz-frijol, lo cual asegura variar las prácticas agronómicas en cada uno de los cultivos y por tanto afectar comunidades de arvenses adaptadas a las condiciones de cada uno de ellos.

Uso de coberturas vivas. Una práctica de gran beneficio en reducir las infestaciones de arvenses en el cultivo de maíz es la siembra de abonos verdes. Estas plantas reducen las poblaciones de arvenses y por ende reducen el banco de semillas. Otro beneficio adicional es que mejora la fertilidad del suelo, reduce la necesidad de fertilización en el cultivo del maíz y se constituye en un aporte significativo de materia orgánica al suelo.

En la actualidad se practica la rotación de maíz con abono verde. La cobertura viva se establece de dos a cuatro meses antes de la siembra del maíz. Esta práctica tienen múltiples ventajas y una de ellas es la reducción en las poblaciones de arvenses.

Otra modalidad es el asocio de maíz con abono verde. El asocio de maíz y abono verde puede realizarse desde la siembra del maíz como el caso del frijol mungo (*Vigna radiata*), hasta posterior al primer control de arvenses como el caso de frijol abono (*Mucuna* sp) y frijol caballero (*Canavalia ensiformis*). Los abonos verdes cubren totalmente el suelo evitando la germinación de arvenses nocivas.

Cultivos asociados. La práctica de asociar cultivos con el maíz ha sido de uso frecuente por la pequeña producción en Nicaragua. El cultivo de maíz se siembra a distancias amplias entre surco que permiten el fácil establecimiento de arvenses. Bajo esta condición el establecimiento de un cultivo de porte bajo que cubra los espacios entre las hileras de maíz resulta de gran utilidad.

Es común dentro de la pequeña producción en Nicaragua la siembra de maíz y frijol común. Dicho sistema permite obtener dos productos en vez de uno, se obtienen mayor beneficio por área cultivada y se reduce la necesidad de controlar arvenses en el maíz.

Labranza cero. La práctica de cero labranza evita la germinación de semillas y estructuras vegetativas de las arvenses. Lo anterior se debe a que se evita la inversión del prisma de suelo y las semillas de arvenses permanecen en capas inferiores donde se les dificulta la germinación. Las arvenses que aparecen en esta condición tienen que ser controladas con herbicidas, lo cual constituye una desventaja del sistema.

Bajo condición de cero labranza es recomendable la utilización de residuos de las cosechas anteriores, de tal forma que la cobertura muerta reduzca la germinación de las arvenses y evite la necesidad del uso de herbicidas.

La labranza cero ha sido estudiada en el cultivo de maíz con el propósito de obtener información sobre la influencia de la práctica sobre el manejo de las arvenses. Los resultados indican que en condiciones de cero labranza (siembra sin remoción de suelo) la biomasa de las arvenses se reduce en comparación con condiciones de siembra tradicional de arado de bueyes (mínima labranza). En la Figura 35 se muestran los resultados de Cruz (1996) quien encontró reducción en la biomasa de las malezas cuando se uso labranza cero. Los resultados además muestran reducción en la biomasa de dicotiledóneas cuando no se rotura el suelo.

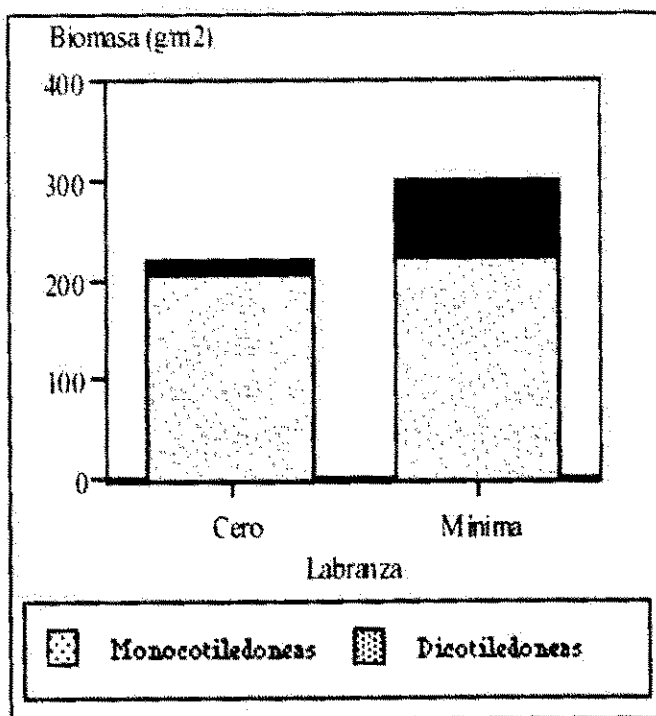


Figura 35.
Biomasa de
arvenses mono-
cotiledóneas y
dicotiledóneas
influenciada por
manejo del suelo
(Cruz, 1996).

Manejo Mecánico de Arvenses en el Cultivo de Maíz

El manejo mecánico es y seguirá siendo el principal medio de control de arvenses dentro de la pequeña producción en Nicaragua. El maíz por lo general es cultivado por pequeños y medianos productores y se constituye en un cultivo de subsistencia cuyos precios en el mercado no justifican la aplicación de insumos de alto costo.

La labor mecánica (machete o azadón) debe implementarse durante el período crítico de competencia de las arvenses. El control debe realizarse en estados tempranos de desarrollo del maíz (2-3 hojas) y combinarlo con otra práctica post-emergente (mecánica o química) en estado de 4 a 5 hojas. En el cultivo de maíz, el lento desarrollo inicial y los amplios espaciamientos provocan la necesidad de al menos dos labores de control de arvenses.

Manejo Químico de Arvenses en el Cultivo de Maíz

El control químico es una de las alternativas disponibles para el manejo de las arvenses en el maíz. Es conveniente la rotación de productos químicos para evitar la especialización de las arvenses, y no olvidar que la utilización de los herbicidas debe estar en dependencia de la flora de arvenses presentes en el cultivo.

Si existe predominancia de arvenses poaceas, pueden utilizarse herbicidas pre-emergentes, entre ellos se mencionan el **pendimetalin**, el **alachlor** y el **metholachlor**. Todos ellos proporcionan excelente control de zacates. El **pendimetalin** es recomendable cuando existen infestaciones de caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*) zacate

dulce (*Ixophorus unicetus*) y semillas sexuales de invasor (*Sorghum halepense*), todas ellas de difícil manejo.

Para el control pre-emergente de hoja ancha se recomienda la utilización de **atrazina**. El uso de **atrazina** limita la rotación de cultivos con especies susceptibles y aumenta los problemas de coyolillo, caminadora y zacate chompipe.

En la actualidad existen formulaciones comerciales que incluyen como, principio activo el **metholachlor** y la **atrazina**. Dichos productos son recomendados en condiciones donde la composición de la flora incluye arvenses de hoja ancha y hoja fina en proporciones similares. Dichos productos comerciales son el Primextra y el Primagram. El primero posee una concentración superior de **metholachlor** e inferior en el caso de la **atrazina**, con respecto al **Primagram**.

Los herbicidas pre-emergentes enunciados con anterioridad, se recomienda aplicarlos en condiciones de buena preparación del suelo. Sin embargo, Vega (1990) encontró similares efectos de control de arvenses en condiciones de mínima y cero labranza.

Para el control de coyolillo (*Cyperus rotundus* L.) es aconsejable utilizar **erradicane** (EPTC + antídoto). Su aplicación se recomienda dos días antes de la siembra con la modalidad de pre-siembra incorporado.

Para el control post-emergente de arvenses de hoja ancha y coyolillo, se puede utilizar **2,4-D amina**. Este herbicida se aplica posterior al día 30 después de la siembra. Una desventaja de su uso es que permite la especialización de arvenses poaceas.

Manejo Integrado de Arvenses en el Cultivo de Maíz

El maíz es un cultivo básicamente manejado por pequeños y medianos productores. Las labores mas difundidas en este cultivo la constituyen las limpiezas manuales, sin embargo las mismas no se establecen en los momentos de mayor susceptibilidad de la planta cultivada al efecto de las arvenses. Las labores de control deben ser implementadas durante el período crítico, que comprende la segunda y quinta semana después del establecimiento del cultivo.

Otra labor importante dentro del manejo integrado de las arvenses en el cultivo de maíz es evitar la producción de semillas de parte de las arvenses. Los controles deben implementarse antes de que las arvenses produzcan semillas y puedan realizar aportes al banco de semillas.

Las prácticas de manejo deben de combinarse si se quiere obtener un buen efecto sobre las arvenses. La Figura 36 muestra el efecto de manejos de arvenses sobre la biomasa de las arvenses en el cultivo de maíz. El efecto de los métodos de control de arvenses fue notorio. El mejor método de control fué pre-emergente más post-emergente, seguido de pre-emergente más chapia. Una labor pre-emergente no es suficiente para reducir la biomasa de las arvenses a los 50 días después de la siembra.

Las aplicaciones de herbicidas en pre-emergencia y post-emergencia resultaron en reducción notable de la biomasa de las arvenses y afectaron en su totalidad las especies dicotiledóneas.

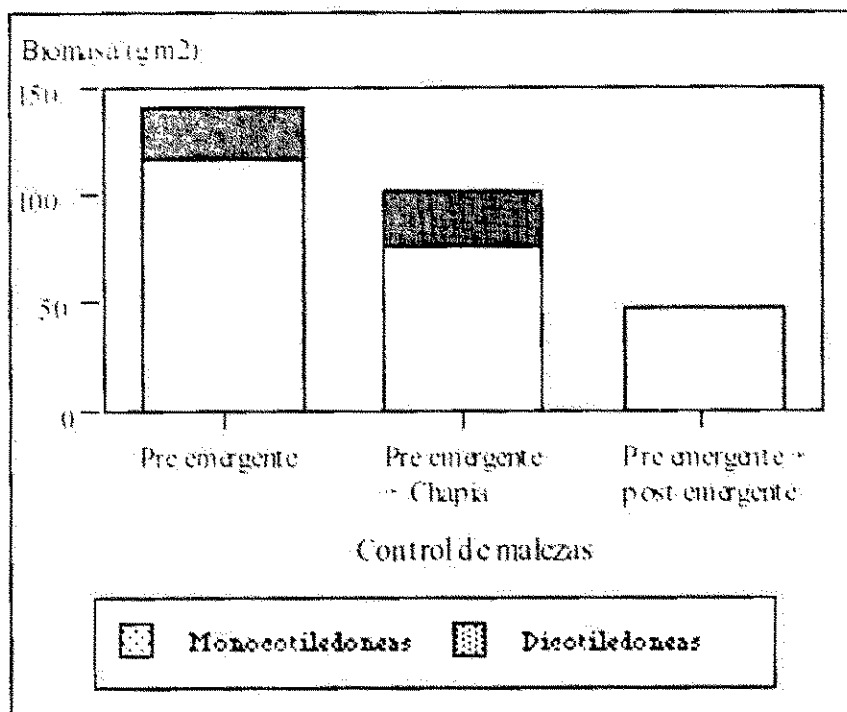


Figura 36.
Biomasa
de arvenses
influenciada
por métodos
de control de
arvenses

BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, G. J. 1974. Plantas indeseables en los cultivos cubanos. Academia de Ciencias de Cuba. Instituto de Investigaciones tropicales. Cuba. 239 p.
- Aguilar V; Pohlan J; Gutierrez F; Somarriba S. 1990. Influencia de diferentes controles sobre la cenosis de las malezas y el crecimiento del cafeto en vivero. Revista de la Escuela de Sanidad Vegetal. Vol: I. N° 4. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. Pp: 50-58.
- Aguilar V; Pohlan J; Rodríguez M; Eslaquit Y. 1990. El efecto de diferentes manejos en la calle y banda sobre la cenosis de las malezas y el crecimiento del cafeto joven. Revista de la Escuela de Sanidad Vegetal. Vol: I. N° 4. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. Pp: 59-64.
- Alemán, Z. F. 2000. Studies on bean—maize production systems in Nicaragua. Doctoral Thesis. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Agraria 239. 37 p.
- Alemán, F. 1997. Manejo de Malezas en el Trópico. Primera edición. UNA. ESAVE. Managua, Nicaragua. 227 p.
- Aleman, F. & C. Gamboa. 1992. Manejo integrado de malezas en frijol común. Unidades de aprendizaje para la capacitación en tecnología de producción de frijol. CIAT - BID - PROFRIJOL. Proyecto formación de capacitadores. CIAT. 39 p.
- Alemán, F. 1989. Threshold periods of weed competition in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.), Swedish Univ. of Agricult. Sciences. Crop Production Science 4. Uppsala. Sweden 42 p.
- Alemán, F. 1988. Períodos críticos de competencia de malezas de frijol común (*P vulgaris* L). Momento óptimo de control. Tesis Ing. Agr. EPV-ISCA. Managua, Nicaragua. 39 p.
- Alemán F. 1983. Estudio exploratorio de la distribución y agresividad de las malezas en los arrozales. Seminario I. F.C.C.A.-U.N.A.N. Managua, Nicaragua. 20 Pp.
- Alemán F. 1989. Estudio exploratorio de la distribución, cobertura y agresividad de las malezas en los arrozales de la V Región, Nicaragua. Revista de la Escuela de Sanidad Vegetal. I (2). Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. Pp. 39-47.
- Alemán, F. 1989. Control químico de malezas en frijol común *Phaseolus vulgaris* L. Revista de la Escuela de Sanidad Vegetal. Vol: I. (2). Universidad Nacional Agraria. Pp. 26-38.
- Alemán, 1995. Manejo de malezas. Texto Básico. Segunda edición. ESVE-FAGRO. Publicado por la Facultad de Educación a Distancia y Desarrollo Rural. UNA. Managua, Nicaragua. 180 p.
- Alemán, F. y Tercero, I. 1991. Inventario de la información generada en agronomía (relaciones clima-suelo-planta-hombre) en granos básicos: arroz, maíz, sorgo y frijol en Nicaragua. PRIAG/UNA. Managua, Nicaragua. 72 p.
- Alemán G. R. 1992. Períodos críticos de competencia de malezas en el cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Escuela de producción Vegetal. 24 p.
- Altieri, M.A. 1983. Agroecology. The scientific basis of alternative agriculture. Berkeley, California. 162 p.
- Altieri, M.A., A. Van Schoonhoven, y I. Doll. 1976. The ecological role of weeds in insect pest management systems: A review illustrated by bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cropping systems. PANS 23 (2), Pp. 195-205.
- Antigua, P. G. 1975. Influencia de la duración del control de malezas y la competencia de ellas en el rendimiento del arroz. Centro Agrícola. Revista Científica de la Facultad de Ciencias Agrícolas. Cuba. 103 p.
-

- Salmerón, O. D. 1996. Comportamiento de la cenosis, crecimiento y rendimiento de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo cobertura muerta al suelo (mulch) y fertilización. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria Escuela de producción Vegetal. 43 p.
- Salomón, E. 1990. Maize-Bean Intercrop System in Nicaragua. Effect of plant arrangements and population densities on the land equivalent ratio (LER), relative yield total (RYT) and weed abundance. A Minor Field Study. Working Paper 148. Swedish University of Agricultural Science. 31 p.
- Shenk, M. 1987. El Concepto de Sistemas de Producción: El manejo del subsistema malezas. En Principios básicos sobre el manejo de malezas. Universidad Estatal de Oregon, USA. Pp. 1-7.
- Shenk, M., Fischer, A. & Valverde, B. 1987. Métodos de control de malezas. Principios básicos sobre el manejo de malezas. Escuela Agrícola Panamericana, Departamento de Protección Vegetal. El Zamorano, Tegucigalpa, Honduras. 315 p.
- Sierra, I. J. 1970. Problemas de malezas en sistemas de riego. Instituto Agropecuario Colombiano. Bogotá, Colombia. 32 p.
- Soto A. 1985. Manejo Integrado de Malezas. En Resúmenes del seminario manejo integrado de malezas. PLITS. 3 (2). San José Costa Rica. p 44.
- Tapia, H. 1986. Control integrado para la producción agrícola. ISCA. ENIEC. Managua, Nicaragua. 26 p.
- Tapia H. 1987. Ecología en el manejo de malezas. Asociación de cafetaleros de Masatepe (ACAM). Folleto mimeografiado. Masatepe, Nicaragua. p. 3.
- Tapia, B. H. & Camacho H. A. 1988. Manejo integrado de la producción de frijol basado en labranza cero. GTZ. Managua. Eschbom. 181 Pp.
- Tapia, B. H. 1988. Manejo de malas hierbas en plantaciones de frijol en Nicaragua. ENIEC/ISCA. Dirección de Investigación y Post-grado. 20 p.
- Tapia, D. A. 1990. Influencia de la labranza y la fertilización sobre los cultivos de maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Tesis de Ing. Agrónomo; EPV, ISCA. p 15.
- Tapia, B. H. 1988. Manejo de malas hierbas en plantaciones de frijol en Nicaragua. ENIEC/ISCA. Dirección de Investigación y Post-grado. 20 p.
- Thurston, H. D. 1994. Principio de los sistemas de cobertura, tapado. Los sistemas de siembra con cobertura. CATIE-CIIFAD. New York. 330 p.
- Vanegas, Ch. J. A. 1986. Plant density, row spacing and fertilizer effects in weeded and unweeded stands of common bean, *Phaseolus vulgaris* L. Swedish university of agricultural sciences. Rapport 160. Uppsala. 45 p.
- Vega, J. C. 1990. Efecto de la labranza sobre las plagas, la efectividad de herbicidas pre-emergentes y fertilización de nitrógeno en el sistema maíz y frijol en relevo. Tesis Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. Honduras. 79 p.
- Zambrana, J. M. 1995. Efecto de diferentes rotaciones de cultivo y métodos de control de malezas sobre el banco de semillas de malezas (enmalezamiento actual y potencial) resultados de seis años. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Escuela de producción Vegetal. Managua, Nicaragua. 52 p.
- Zimdahl, R. L. 1980. Weed-Crop Competition, A review. Int. Plant Protection Center, Oregon State University. Corvallis, Oregon 97331/USA. 196 p.

PRINCIPALES ARVENSES REPORTADAS EN NICARAGUA



Clase Monocotiledóneas

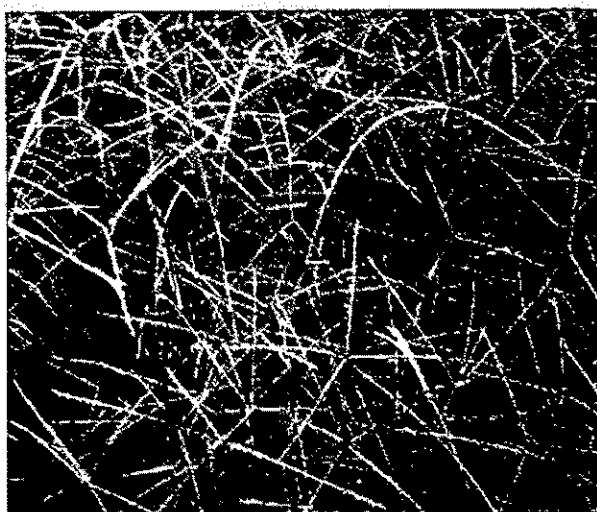
Chloris virgata Swartz (Poaceae)

Comúnmente conocida como cloris. Común en áreas no cultivadas y dentro de los cultivos, crece desde el nivel del mar hasta 1500 m. Planta anual de tallos sólidos, redondos, erectos o postrados en la base quienes a veces producen raíces en los nudos inferiores. Posee hojas glabras e inflorescencia terminal y solitaria, formada por seis espigas que permanece unidas. Se propaga por semillas.



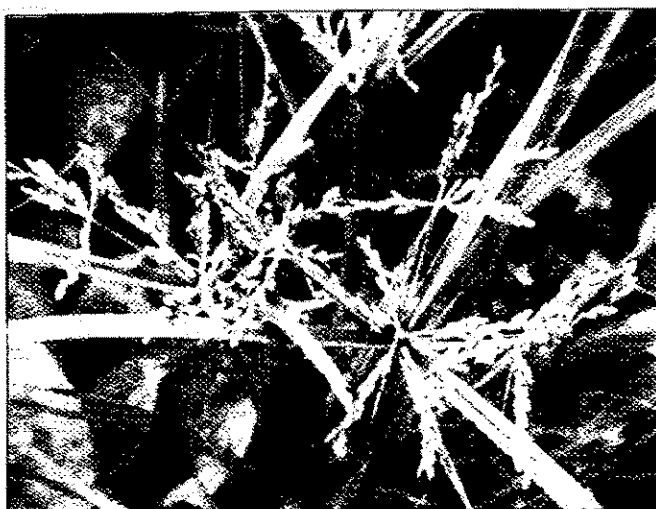
Commelina diffusa Burm. (Commelinaceae)

Se le conoce como suelda con suelda y Siempre viva. Común dentro de los cultivos, rastrojos y pastizales. Es más común en lugares húmedos y sombreados. Planta perenne y succulenta. Posee tallos ramificados que producen raíces adventicias en los nudos. Las raíces son fibrosas. Las hojas son similares a las de las Poaceas. Las flores se disponen en racimos de 1-3 flores de color azul. Esta planta se le considera como una arvense noble cuando crece en los cafetales, ya que el cubrimiento del suelo evita la aparición de otras arvenses y protege el suelo de la erosión.



Cynodon dactylon (L.) Pers. (Poaceae)

Se le conoce como zacate gallina y bermuda. Común en áreas no agrícolas, potreros y dentro de los cultivos. Planta perenne, estolonífera y rizomatosa, de hábitos rastreros. Los estolones y los rizomas rápidamente enraizan en los nudos para formar una capa densa de zacate extendiéndose con rapidez. Se le regula con rotación con cultivos de cobertura, alta densidad de cultivos perennes, laboreo intensivo.



Cyperus iria L. (Cyperaceae).

Conocida como paja cortadera. Se le encuentra en campos arroceros, acequias y canales. Planta adaptada a terrenos mal drenados y abundante humedad. Planta anual con hojas en la base. Se propaga por semillas. Las plantas mueren pronto y desaparecen al terminar el cultivo. Es una planta melífera por lo que es de importancia para la apicultura.



Cyperus rotundus L. (Cyperaceae)

Esta planta es conocida como coquito, y coyolillo. Arvense común en cultivos, pastos y áreas no agrícolas. Se le encuentra en zonas tropicales y subtropicales, desde el nivel del mar hasta 1500 m. Planta perenne que posee un extenso sistema de rizomas y tubérculos, de donde emergen brotes erectos de hasta alrededor 30 cm de altura. El tallo es triangular y las hojas son alternas y básales de color verde ósculo y brillante. Se le regula a traves de laboreo intensivo y continuo, sombreo, roturaciones en época seca. Es hospedero del nematodo Meloydogine y sus tubérculos producen sustancias alelopáticas.



Digitaria sanguinalis (L.) Scop (Poaceae)

Comúnmente conocida como manga larga y pendejuelo. Es común encontrarla en cultivos anuales, bordes de carreteras y potreros. Planta herbácea anual que alcanza entre 0.2 y 07 m de altura. Produce ahijamiento abundante. Los tallos cuando están postrados producen enraizamiento en los nudos. Se le regula con roturaciones repetidas. Indicadora de la fertilidad de los suelos. Se propaga por semillas. Es hospedero alterno del cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y de algunos virus.



Echinocloa colonum (L.) Link (Poaceae)

Conocida como grama colorada, y zacate de agua. Planta común en lugares húmedos e inundados, es la maleza más común en arrozales, se distribuye desde el nivel del mar hasta 1100 metros de elevación. Planta anual, con ahijamiento abundante. Alcanza alturas de 20-60 cm. Los tallos son huecos con tejidos aerenquimatosos. Algunas plantas pueden tener manchas moradas en las hojas y la inflorescencia puede tornarse de color rojizo.



Eleusine indica (L.) Gaertn (Poaceae)

En Nicaragua se le conoce como pata de gallina. Común en cultivos y áreas no cultivadas. Crece desde el nivel del mar hasta 1500 metros de altura. Especie anual, de 30-60 cm de altura, muy difundida en los trópicos. Posee sistema de raíces fuertes y prolíficas. Se propaga por semillas. Es un pasto apetecible. Malezas solamente en cultivos de secano y en suelos fértiles. Se dice que contiene en las hojas glucósidos cianogenéticos y, por consiguiente, es peligrosa para el ganado, especialmente cuando está marchita. Se puede utilizar sin peligro para heno o ensilaje.



Ixophorus unisetus (Presl) Schlecht (Poaceae)

Conocido como zacate dulce, pasto Hondurano y zacate chompipe. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta 1200 m de altura. Común en cultivos potreros y orillas de los caminos. Planta perenne, de tallos suculentos, aplanados en la base, la inflorescencia es una panicula terminal de forma cilíndrica. Crece en las zonas húmedas en suelos fértiles. Valiosa y apetitosa como forraje, pero no persiste cuando se pasta. La actividad vegetativa cesa cuando el tiempo es seco.



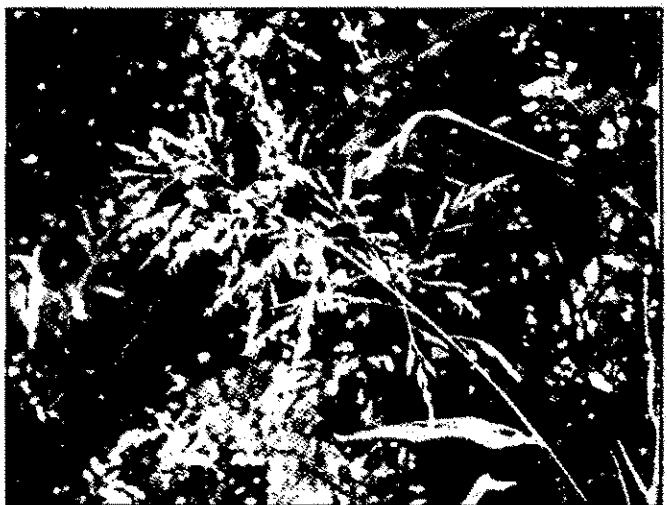
Leptocloa filiformis (Lam.) Beauv. (Poaceae).

Conocida en Nicaragua como plumilla y cola de zorro. Común dentro de los cultivos y áreas aledañas. Prefiere suelos húmedos. Planta anual de tallos huecos glabrosos y erectos, alcanza hasta 130 cm. de altura. Hojas planas, glabras. La inflorescencia es una panícula Terminal, solitaria de color morado. Se propaga por semillas.



Rottboellia cochinchinensis (Lour.) W. D. Clayton (Poaceae)

Comúnmente conocida como caminadora y paja peluda. Común en cultivos anuales y perennes, potreros y orillas de las carreteras. Planta anual de tallos robustos y erectos de hasta 3 m de altura, que generalmente ahijan y enraízan en los nudos. Posee hojas ásperas e inflorescencia terminal o axilar. Posee espiga cilíndrica y compacta. Por poseer pelos urticantes, dificulta la cosecha de los cultivos. Se distribuye en la semilla de arroz. Se le puede regular a través de rotación de cultivos, laboreo en época seca.



Sorghum halepense (L.) Pers. (Poaceae)

Conocida comúnmente como invasor y Ppsto Johnson. Común en cultivos anuales y perennes. Arvense perenne con un sistema radical profusamente ramificado o fibroso con rizomas vigorosos, resistentes y penetrantes. Los tallos son erectos, en forma de caña, huecos glabros o finamente pubescentes en los nudos, vigorosos con una altura variable de 50 a 200 cm. Principal maleza en 30 cultivos diferentes en 53 países (Holm, et al. 1977. Se le regula a través de rotación de cultivo, y roturación repetida.



Clase dicotiledónea

Ageratum conizoides L. (Asteraceae)

Conocida como flor azul y flor de octubre. Planta común en cultivos, orilla de las carreteras y caminos, rastrojos y jardines. Se desarrolla bien en bosques húmedos. Se le encuentra desde lo 0 a los 2000 metros sobre el nivel del mar. Hierba anual erecta o postrada de tallos pubescentes. Puede alcanzar hasta un metro de altura. Presenta en las partes terminales grupos de flores de color celeste. Florece y fructifica todo el año y se reproduce de forma espontánea por semillas.



Amaranthus spinosus L. (Amaranthaceae)

Se le conoce como bledo espinoso. Planta herbácea, común en cultivos, rastrojos, potreros y orillas de las carreteras. Crece desde el nivel del mar hasta 1600 m. Planta anual, erecta y succulenta. Tallo de color rojizo o morado con espinas puntiagudas en pares que salen de las axilas de las hojas. Se propaga por semillas. Tiene propiedades diuréticas. Hospedero del nematodo *Meloydogine* sp y de algunos virus. En estado de marchites puede ser una planta toxica al ganado



Argemone mexicana L. (Papaveraceae)

Conocida como cardo santo. Común dentro de los cultivos, áreas de pastos y no agrícolas. Normalmente se presenta al final de la época lluviosa. Hierba muy espinosa de 50 a 70 cm de alto, que crece a los lados de los caminos; las hojas son grisáceas, recortadas y picadas; las flores llamativas de color blanco y el fruto es una cápsula rodeada de muchas espinas, con semillas de 1 a 2 mm de largo, redondas y rugosas.



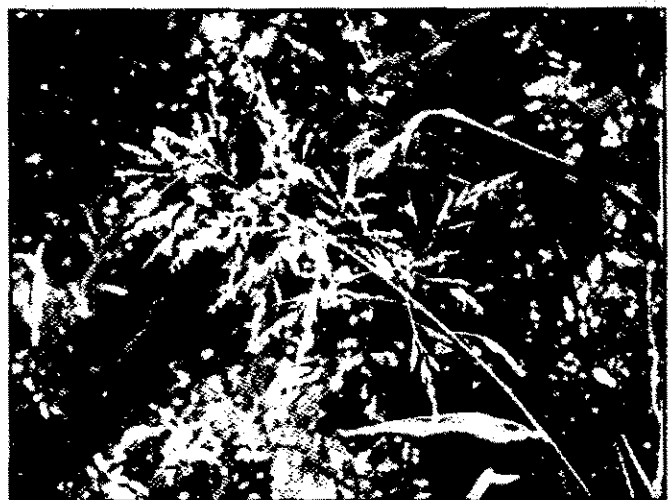
Leptocloa filiformis (Lam.) Beauv. (Poaceae).

Conocida en Nicaragua como plumilla y cola de zorro. Común dentro de los cultivos y áreas aledañas. Prefiere suelos húmedos. Planta anual de tallos huecos glabrosos y erectos, alcanza hasta 130 cm. de altura. Hojas planas, glabras. La inflorescencia es una panícula Terminal, solitaria de color morado. Se propaga por semillas.



Rottboellia cochinchinensis (Lour.) W. D. Clayton (Poaceae)

Comúnmente conocida como caminadora y paja peluda. Común en cultivos anuales y perennes, potreros y orillas de las carreteras. Planta anual de tallos robustos y erectos de hasta 3 m de altura, que generalmente ahíjan y enraízan en los nudos. Posee hojas ásperas e inflorescencia terminal o axilar. Posee espiga cilíndrica y compacta. Por poseer pelos urticantes, dificulta la cosecha de los cultivos. Se distribuye en la semilla de arroz. Se le puede regular a través de rotación de cultivos, laboreo en época seca.



Sorghum halepense (L.) Pers. (Poaceae)

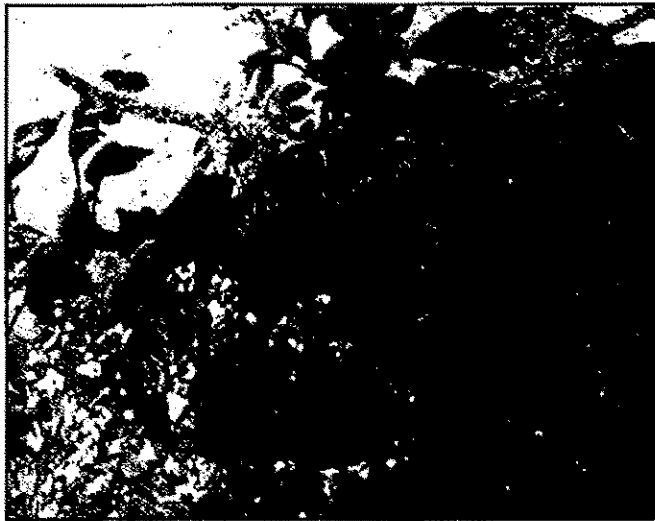
Conocida comúnmente como invasor y Ppsto Johnson. Común en cultivos anuales y perennes. Arvense perenne con un sistema radical profusamente ramificado o fibroso con rizomas vigorosos, resistentes y penetrantes. Los tallos son erectos, en forma de caña, huecos glabros o finamente pubescentes en los nudos, vigorosos con una altura variable de 50 a 200 cm. Principal maleza en 30 cultivos diferentes en 53 países (Holm, et al, 1977. Se le regula a través de rotación de cultivo, y roturación repetida.



Clase dicotiledónea

Ageratum conizoides L. (Asteraceae)

Conocida como flor azul y flor de octubre. Planta común en cultivos, orilla de las carreteras y caminos, rastrojos y jardines. Se desarrolla bien en bosques húmedos. Se le encuentra desde lo 0 a los 2000 metros sobre el nivel del mar. Hierba anual erecta o postrada de tallos pubescentes. Puede alcanzar hasta un metro de altura. Presenta en las partes terminales grupos de flores de color celeste. Florece y fructifica todo el año y se reproduce de forma espontánea por semillas.



Amaranthus spinosus L. (Amaranthaceae)

Se le conoce como bleo espinoso. Planta herbácea, común en cultivos, rastrojos, potreros y orillas de las carreteras. Crece desde el nivel del mar hasta 1600 m. Planta anual, erecta y succulenta. Tallo de color rojizo o morado con espinas puntiagudas en pares que salen de las axilas de las hojas. Se propaga por semillas. Tiene propiedades diuréticas. Hospedero del nematodo *Meloydogine* sp y de algunos virus. En estado de marchites puede ser una planta toxica al ganado.



Argemone mexicana L. (Papaveraceae)

Conocida como cardo santo. Común dentro de los cultivos, áreas de pastos y no agrícolas. Normalmente se presenta al final de la época lluviosa. Hierba muy espinosa de 50 a 70 cm de alto, que crece a los lados de los caminos; las hojas son grisáceas, recortadas y picadas; las flores llamativas de color blanco y el fruto es una cápsula rodeada de muchas espinas, con semillas de 1 a 2 mm de largo, redondas y rugosas.



Asclepias curassavica L. (Asclepiadaceae)

Conocida comúnmente como vivorana y flor de agua. Abundante en áreas abiertas y perturbadas. Se distribuye desde los 0 a los 1600 msnm, en todos los trópicos y sub-trópicos. Es común en áreas fangosas y sitios abandonados. Herbácea o subarborescente, se distingue por las flores amarillas y anaranjadas. Puede ser anual o perenne. Posee fruto en cápsula del cual se desprenden las semillas. Florece y fructifica todo el año y se reproduce por semillas.



Baltimora recta L. (Asteraceae)

Se le conoce comúnmente como me caso, no me caso. No presenta preferencias de hábitat, se desarrolla bien en cualquier lugar. Al comenzar la época lluviosa, a alturas de 0 a 1500 msnm. Excelente competidora en cultivos de maíz, frijol y potreros. Planta herbácea, puede alcanzar hasta 3 m de alto; flores con brácteas amarillas en capítulos axilares. Florece y fructifica todo el año. Se le regula a través de rotaciones de cultivos, para romper el ciclo de la maleza. Volteo de suelo, como laboreo tradicional.



Bidens pilosa L. (Asteraceae)

Conocida comúnmente como mozote de clavo y aceitillo. Hierba de regiones tropicales y subtropicales de todo el globo. Común en suelos modificados, fértiles y con sombra. Se distribuye desde los 00 hasta los 2500 msnm. Hierba anual, erecta, de 0.30 a 1.20 m de altura. Hojas opuestas. Flores dispuestas en capítulos, largamente pedicelados. Frutos aquenios lineares. Se reproduce de manera efectiva y eficaz por la cantidad de frutos que produce, los cuales presentan aristas que facilitan la dispersión pegándose a la ropa de las personas.



Euphorbia heterophylla L. (Euphorbiaceae)

Conocida como pastorcillo y hierba lechosa. Crece desde el nivel del mar hasta 1500 metros de altura. Planta anual con un látex lechoso en todas sus partes. Los tallos son erectos y llegan a alcanzar hasta un metro de altura. Inflorescencia en capitulo o cabezuela y fruto capsular. El látex se utiliza en medicina popular. Hospedero de algunos virus.



Lantana camara L. (Verbenaceae)

Se le conoce como cuasquito y cinco negritos. Común en terrenos sembrados, áreas de pastos, y terrenos abandonados. Arbusto perenne ramificado, que alcanza de 1-3 m de lato. La forma de las hojas varían, van desde redondeadas, ovadas hasta alargadas, ásperas al tacto. Las flores son amarillas, anaranjadas o rojas, dispuestas en cabezuelas. Los frutos son globosos de color negro. Planta toxica para el ganado y de importancia apícola.



Melampodium divaricatum (L. Rich. Ex Pers) DC. (Asteraceae)

Conocida como flor amarilla. Común dentro de los cultivos y en lugares abiertos. Hierba anual y robusta, de 20 cm a 1 m de altura; sus hojas son ásperas, alargadas y puntiagudas; las flores son de color amarillo-naranja y se encuentran agrupadas en cabezuelas; las frutas son pequeñas. Se reproduce por semillas. Hospedero de mosca blanca.



Melochia pyramidata L. (Sterculiaceae)

Conocida comúnmente como escoba morada. Es nativa de América Tropical, de México hasta Brasil. En Nicaragua se encuentra en cultivos, rastrojos, potreros y matorrales. Abunda más en la zona pacífica, pero también se encuentra en la zona central. La escoba morada es una hierba o un arbusto perenne de 30 a 120cm de altura. Se distingue de las otras "escobas" por su color rojizo, sus pequeñas flores de color violeta y sus frutos en forma piramidal, alada y con un pico corto. Tiene un sistema radicular profundo que le permite mantenerse verde en verano. Las hojas contienen el alcaloide melochinina, que afecta al ganado.



Physalis angulata L. (Solanaceae)

Se le conoce como popa y tomatillo. Planta anual común en terrenos cultivados, pastizales y lugares sin cultivo. El tallo es angulado y ramificado, mide de 1 a 1.5 m de alto. Las hojas son alternas con pequeños tricomas en la lámina y pelos en los márgenes. Posee flores axilares solitarias y colgantes. El fruto es una baya. Posee semillas aplanadas. Se propaga por semillas.



Portulaca oleraceae L. (Portulacaceae)

Conocida como verdolaga. Es común en cultivos, jardines y sitios abandonados. Se encuentra desde el nivel del mar hasta 2900 metros de altura. Planta herbácea anual, suculenta, medicinal y comestible. Se reproduce por semillas y fragmentos de tallo en suelos húmedos. Posee tallos carnosos y rojizos; las hojas son gruesas, jugosas y de forma oval; las flores son de color amarillo; el fruto es una cápsula con muchas semillas.



Richardia scabra L. (Rubiaceae)

Conocida como golondrina blanca y botoncillo. Planta común en el área centroamericana. Se le encuentra en siembras de maíz, cafetales y en áreas recién tumbadas. Herbacea anual de tallos postrados, cubiertos de vellosidades. Hojas opuestas suculentas de forma oblonga. Posee inflorescencia terminal, con corola de color blanco. El fruto es una cápsula. Se le reporta como una planta de importancia apícola. Se propaga por semillas. En áreas cafetaleras se le considera una maleza noble.



Sida acuta Burm. f. (Malvaceae)

Conocida comúnmente como escoba lisa. Común en potreros, orillas de los caminos y áreas no agrícolas. Planta anual de crecimiento erecto sub-postrado. Llega a alcanzar hasta un metro de altura. Presenta ramificaciones y la raíz es pivotante. Las hojas son alternas oblongo-lanceoladas. La inflorescencia solitaria. Se propaga por semillas. Se utiliza para la fabricación de escobas, y se le reporta como hospedero de nematodos y virus.



Stachytarpheta jamaicensis (L.) Vahl. (Verbenaceae)

Conocida como verbena y rabo de gato. Posee amplia distribución, se le encuentra dentro de los cultivos, y en jardines y patios como ornamental. Es apreciada por sus propiedades medicinales. (vermífuga, para enfermedades renales, reumáticas, enfermedades hepáticas, asma y enfermedades de la piel), por tanto se le puede considerar como una arvense noble.